野球の科学

―バッティング―

岩波写眞文庫 35 野球の科学 —バッティング—

編集 岩波書店編集部
監修 新田恭一 谷一郎
写眞 岩波映画製作所

おたがいにまるで交通のなかった学者が同じ学説を発見したり、技術者が同じ機械を発明したりする例がよくある。偶然の一致だといえばそれまでであろうが、自分の目的をよく見定めて、それを実現する合理的な原則さえ見いだせば、到達する結論は、けっきょく大差ないものになるのではないだろうか。むずかしい学問ばかりでなく、スポーツについても同じことがいえるようである。たとえば野球の名打者、名投手といわれる人のフォームを見ると、アメリカ人だろうが日本人だろうが、なにか共通した原則が通っているように思える。自分の力をいちばん有効なときに最大限に発揮するのが、スポーツの要点であろうが、そのためにいちばん合理的な方式を追求してゆくと、結論として表われるフォームは、ひじょうに似てくるのではないだろうか。この本は新田恭一氏と東京大学の諸先生の共同研究という形で、ロビンス球団の選手の方々の協力を得て、野球技術の原則を探ってみたものである。

目次

アメリカの野球と日本の野球…2
バッティングについて…………4
ピッチングについて……………40

↑ 打撃のフォームを上から撮影して，その動作を分析するために6mのヤグラが組まれた。

→ 止まっている球を打ってみると，打撃フォームの良し惡しが純粋にはっきりとしてくる

定価100円 1951年7月10日 第1刷発行 1957年5月30日 第5刷発行 発行者 岩波雄二郎 印刷者 米屋勇 印刷所 東京都港区芝浦2ノ1 半七写真印刷工業株式会社 製本所 永井製本所 発行所 東京都千代田区神田一ッ橋2ノ3 株式会社岩波書店

ディマジオ選手

アメリカの野球と日本の野球

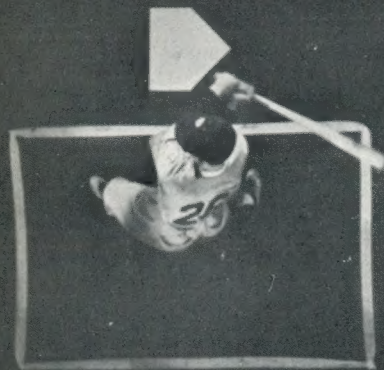
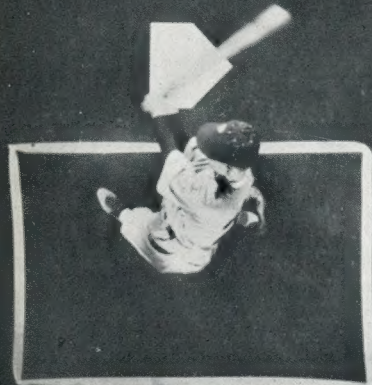
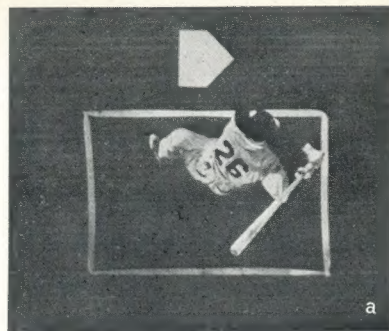
（サン・アクメ　提供）

一八三九年、アブナ・ダブルデーという アメリカ人の考案したという野球は、一八七三年、アメリカのある英語の先生によって日本に伝來した。野球を国技としているアメリカよりは三十年余り遅れたとはいえ、日本の野球の歴史もかなり古く、現在ではアメリカに次いで野球の盛んな国といえよう。しかしその実力から比べるとまるでお話しにならない。本場のチームとの他流試合といえば、きまってわが強打者はキリキリ舞いをさせられ、わが投手はいくらくふうしてもカンカンと打たれる。先年、シールスの選手たちは、日本チームをアメリカでいえば四流だと評していった。じっさいに、もし全日本をあちらの二流のコーストリーグのペナントレースに参加させてみても、まず十回に三回はとても勝てないだろう。このような実力の差は、しば

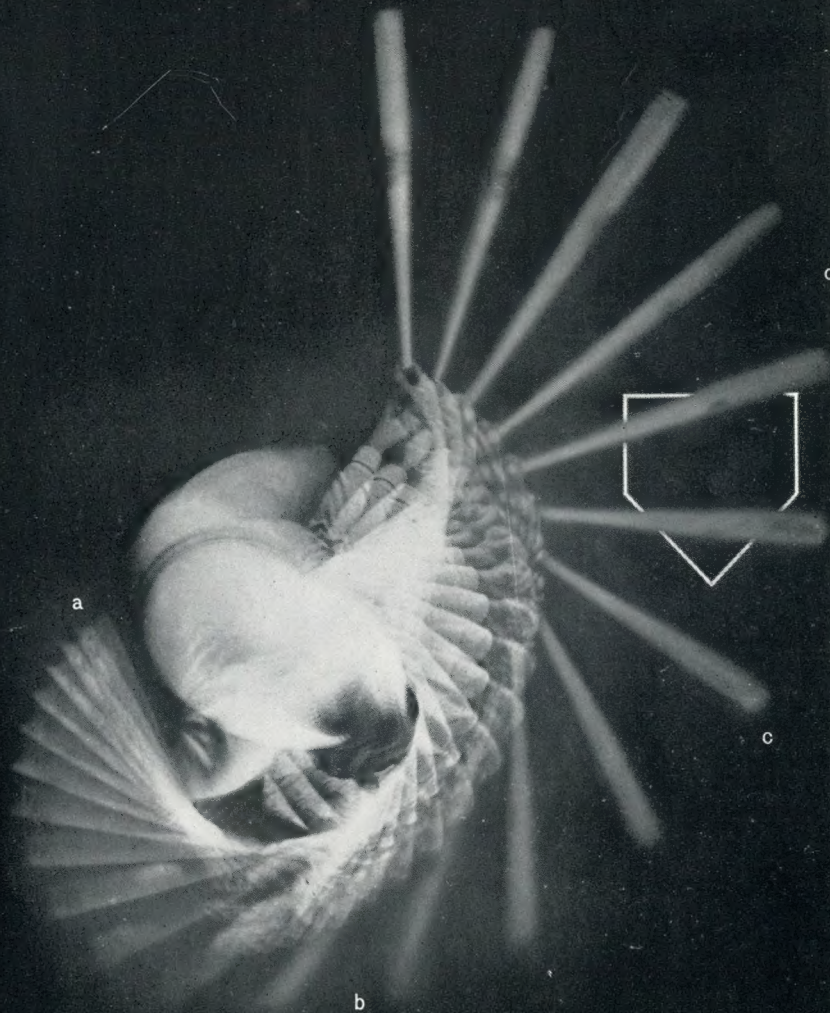
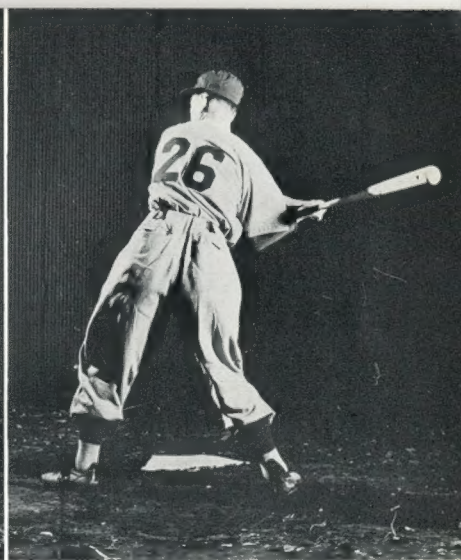
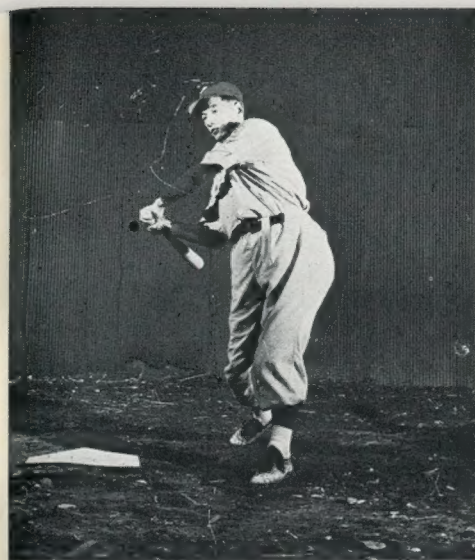
しば体格の相違からくるのだと簡単に片づけられる。もちろん技術が同じなら、最後の決着を体格の問題にするのは結構だが、日本の野球技術が果してアメリカと同じ水準までいっているといえるのだろうか。速い球を投げ、鋭い球を打ちだすのに、自分の力を如何に有効に利用するかという基本的な研究は、戦訓や個性を尊重する伝統の陰に置き忘れられ、逆に力を損するようなフォームが基本的なものだと伝承されてきた憾みがある。オドール監督が「私は選手の個性を生かそうとしているが、けっして気ままなやりかたはさせない。やはり基本的なフォームを身につけることだ」といっているように、自分の力を最大限に発揮する基本的な方式を見いだすことこそ、日本の野球の立ち遅れをとりもどす最良の、そして最短の道ではないだろうか。

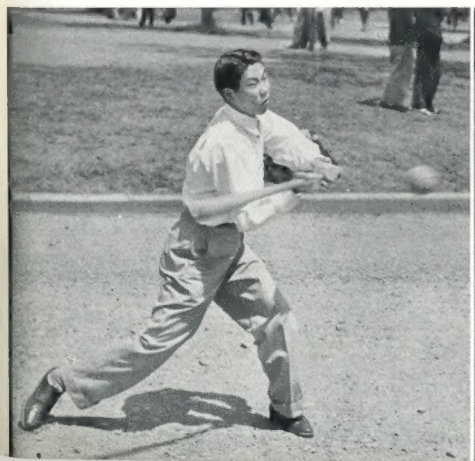
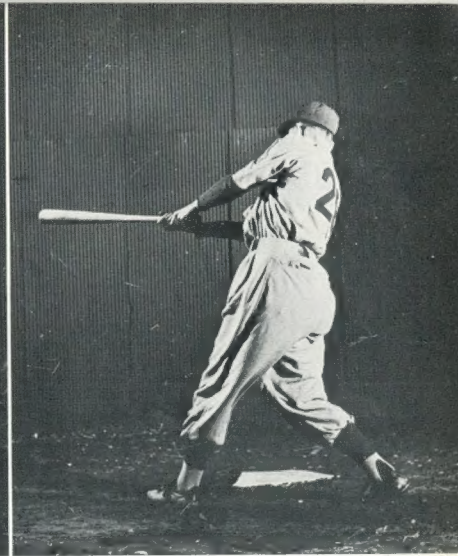
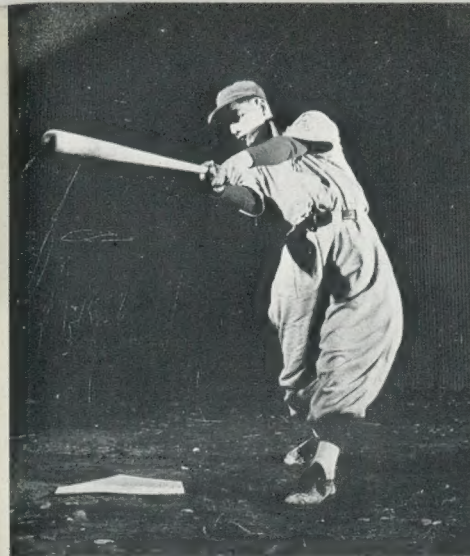
スタインハウアー選手

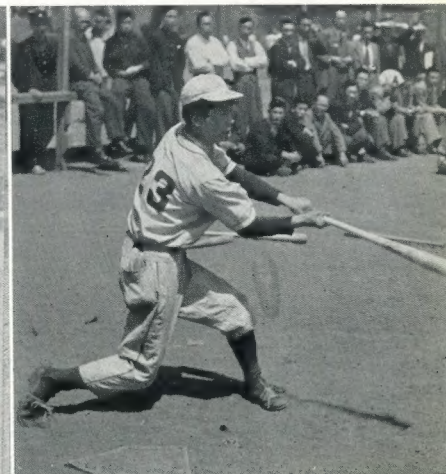
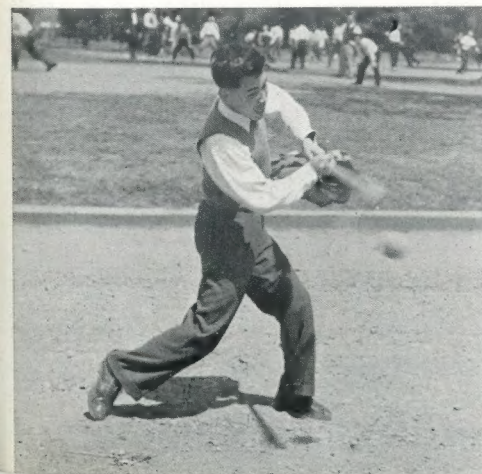
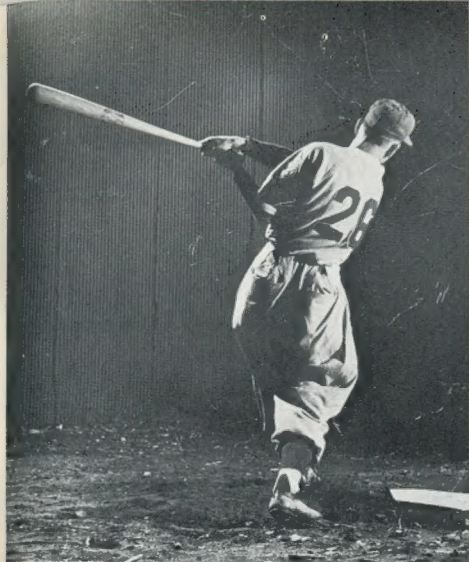
バッティングについて

野球の勝負は打たなければ勝てない。野球を向上せさる第一の道は、バッティングの向上にある。昔はチームの中に好打者が少なかったので多くの試合は投手戦であり、好投手ならノックアウトされる機会もまれであったが、近ごろはボッブ・フェラーのような名投手ですら、しばしばノックアウトを喫する。これは、打撃技術が平均して進歩したためである。打撃がきいてくれれば、自然と打たれた球も強くなり、鋭い打球に対して守備しなければならない機会もふえる。したがって守備もうまくなるし、投球技術も打撃技術に対抗して進歩するし、ベースボールがますます面白くなる。その歴史の古さにもかかわらず、日本の野球が何十年と同じ歩みを続けてきたのも、けっきょくバッティングに進歩がなかったからに他ならない。近来バッティングのフォームがやかましく研究されだしたが、それにはだいたい二つの目的がある。第一は、プレイヤー自身の全能力を発揮して鋭いスウィングを作りだすことであり、第二はいつも平均してよいミートをすることである。近ごろ合理的な打法を議論するとき、ともすれば強く打ち、遠くへ飛ばすことだけがその目的かのように誤解されているが、二つとも関連したことで、よいフォームを研究するのは、旧来の日本式打法よりよいミートをする率をますことが主要な目的で、そうなれば自然に従来より打球が鋭くなるわけなのである。このことは、よいフォームをした日本の強打者の打撃率が向上したときには、かならず長打も多くなっている記録からもうかがわれる。それならば日本旧來の打法はどんな欠点を持っているのだろうか。古い打法では、腕や肩を主にして振り、人間の身体の中でもいちばん強力な腰の力を忘れている。腰の回転を利用して、胴、肩、腕と、身体に近い部分から振りだすずに、逆に肩を先にもってゆくし、腕や手首の使いかたも悪い。そのために打球が弱くなることはもちろん、良いミートをする率も非常に減じてくる。つまりミートする瞬間まで球をよく見ておれなくなり、また穴ができてつまったり、手が出なかったりして見逃がすことも多くなる。これではよい投手にかかるほど打撃の正確度が落ちるし、とくにシュートや低い球に弱くなる。先年、シールスの投手連に対して、我が強打者連がキリキリ舞いさせられたのは一にこれらの欠点の表われだったのである。

スウィング(バットの振り)の基本

右写真はバッターから6mの上にカメラをおき，その前で穴のあいた円板をまわしてスウィングを毎秒100回の割合で重ね写したもの．a, b, c, d は，同時に撮影した映画フィルムからとったスウィングの各瞬間．

a） 体重を両足にほとんど等分においてスタンスされていたのが，後足に体重が与えられると共に，ステップされる．このとき頭は前後にほとんど移動しないようにする．身体は後手から足にかけてねじられている．
b） 腕，手首の動きはほとんどない．ただ腰の回転，つまり前腰のひきひらきによりバットが球にむかって振りだされつつある．
c） 腰の回転による遠心力で左腕が振りだされ，それに右腕がついてゆく．やがて右腕のごく自然にのばされる力を借りて，いままでためられていた手首がのばされ，両手首によるテコの力が生じる．手首の位置は最小限度にしか前方に進行せぬが，バットの先は最大速度で旋回する．上から見て左腕とバットとがだいたい直線に近くなっているほど，強力なインパクトがなされる．
d） インパクトまでは，手首がバットの先に先行していたが，ミートするときを境とし，はじめてバットの先が手首に先行する．なお a から d までの間，頭は常に動かない．

小鶴選手

インパクトするまで（腰の回転と左腕の引き）

スウィングの動作はまず，体重を投手側に移すことからはじまる．しかしけっして，頭すなわち上体を投手側にもってゆくのではない．写真で見られるように，腰の部分だけの動きによって体重の移動がおこなわれるのである．ここではまだ腕や手首の動きはほとんどない．ただ前腰の引き開きによって，すなわち体重の利用によってバットが引きだされつつある．したがって，ちょうど左腕で戸を引き開けるときのように（P26参照）前腕すなわち左腕が自然に伸びてくるのが当然である．このとき素人は，頭つまり上体を前方にもっていって，体重の移動をおこなっている．これは，身体のなかでいちばん強力な腰の力を利用せずに，肩だけでバットを振ろうとしている表われにほかならない．

小鶴選手

インパクト（手首の利き）

はじめに腰の回転によってよく伸びた左腕の力がバットに伝わり，両腕が腰の回転による遠心力の働きて身体に近い部分からふりだされる．インパクトする直前までは，腰の回転て左腕を引きふる力が主になるが，インパクトの瞬間には右腕が後から強く働いて手首を軸とする鋭い回転が加わって，バットの先が加速される．このとき身体が傾斜し足から頭まで直線に伸びているのは，いままでねじりためられていた身体が鋭くねじりもどされて，腰の回転による引きふりがひじょうに大きな力をバットに移すためである．しかし素人はインパクトのときに斜めの直線の軸ができていない．これは腰の力が伝わらずに，上体でバットを前方へもっていった表われでひじょうに力と速度を損している．

小鶴選手

インパクトしてから（フォロースルー）

インパクトを境にして，スウィングはいままでと左右が逆になる．むずかしくいえば理想的なインパクトは，スウィングの対称中心である．それまで手首がバットに先行していたものが，逆にバットの先が手首より先行するようになり，上を向いていた左手の甲は，ごく徐々ではあるが下を向くようにまわるわけである．インパクトの後は，バットが，先行(すなわちスルー)して，ごく自然の型として，肩はバットについてまわる．この動きがフォロースルーといわれる．多くの場合，素人はインパクトしてからもなおバットを振ってもっていこうとする．これはちょうどクギを打ってしまった後まで手で押し，カナヅチでクギをおさえるようなもので，スウィングの速度を失ってしまっている．

ディマジオ選手のスイング

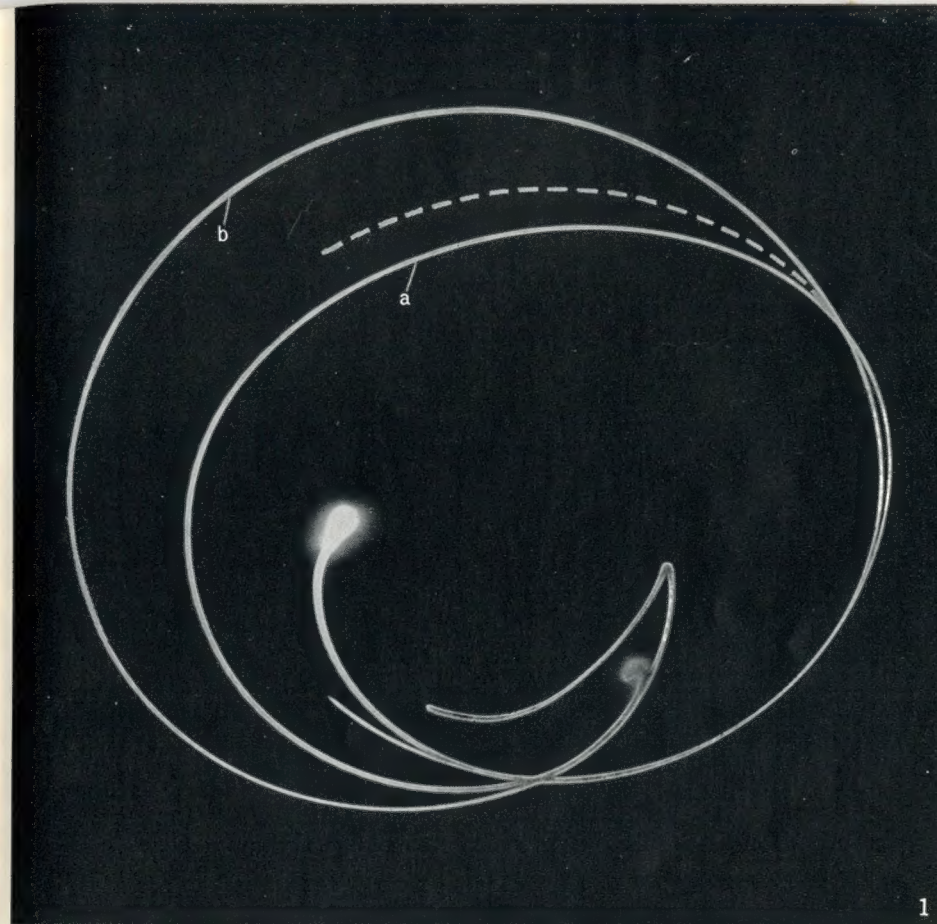
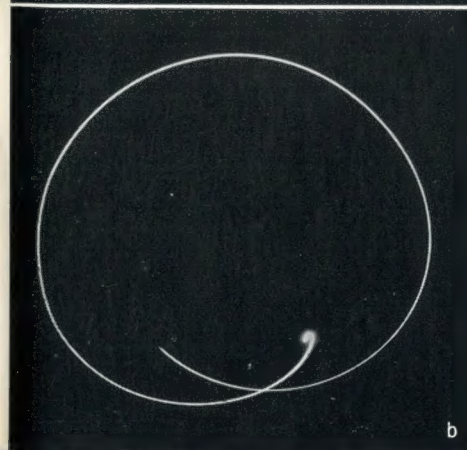
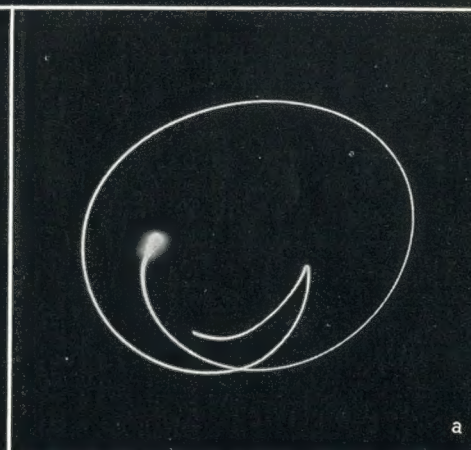
ディマジオ選手のスウィングには，スウィングの基本動作がどう表われているか．1→2→3 で腰が回転して，伸びた左腕を媒介として，バットを引きだしてゆく．回転が進むにしたがって，その遠心力で左腕が引きだされ，それに右腕がついてゆくが，あるところまでくると，右腕が伸ばされ，その力を借りていままでためられていた両手首が働き，バットの先端は手首を軸として最大速度で旋回する．それまで角度をもっていた左腕とバットとは一直線になり，インパクトする（5）．これを境にして，バットは前後対称にフォロースルーへと移ってゆく（6）．腰の回転とバットのおくれとで十分にしめつけられた身体のねじりは，身体に近い部分からほどけて，左バットを十分に加速するのである．その間，スウィングの軸は固定して目は球からはずれずに，確実なミートを期待できる．

（日本映画社　提供）

ディマジオ選手やシールスの選手のスウィングは，あたかもバットをスーッとなめらかに軽くふっているように見えて，しかも打球はひじょうに鋭い．シールスの打撃ぶりを見て，コツコツとたたいていると評した野球評論家もいるが，オドール監督は，コツコツとあわせるようなスウィングはアメリカでは半世紀も前に消失していると語っている．それではなぜディマジオなどのスウィングが案外ゆるやかに見えるのだろうか．最初のふりだす力が腰による引きふりだから，初めはあまりバットの先に速度がない．しかしインパクトする瞬間には，腕と手首が上手に組みあわされ合理的に動くためインパクト直前のわずかな部分に最大限の速度が生じ，インパクト後は，バットの先が自然にフォローしてゆくので，全体の感じは，ひじょうにゆるやかに，なめらかに見えるのである．

インパクトの位置

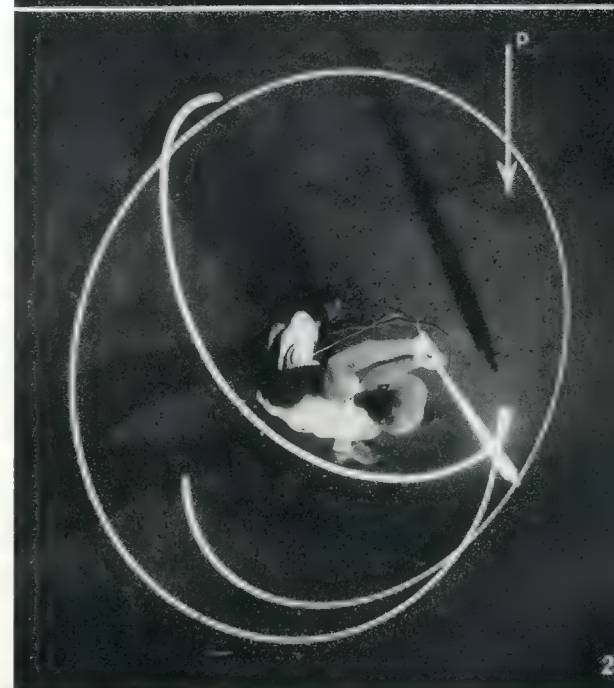
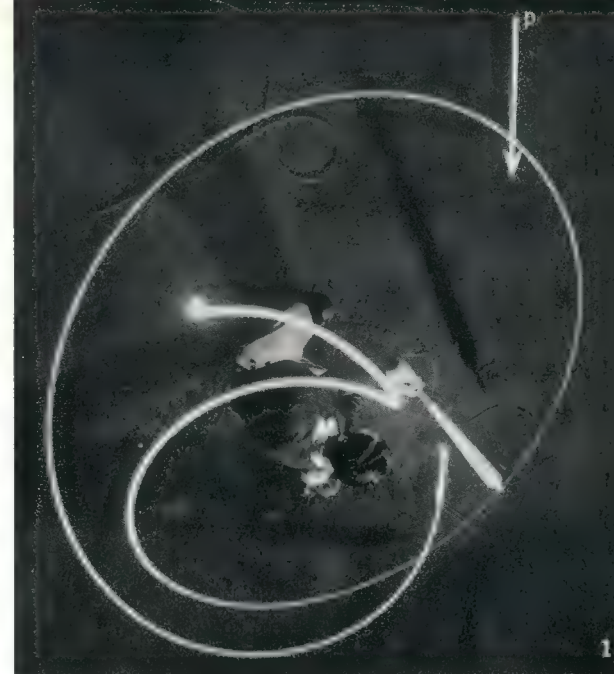
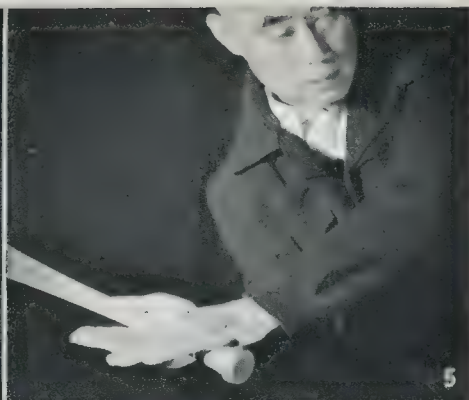
先端に電球のついたバットを，右腕だけ (a)，或いは左腕だけ (b) で振ってもらい，ま上から撮影した．この二つを重ね焼きしてみると(1)，スウィングの前半では，両曲線がほとんど一致している．このことは，始動からインパクトまでのあいだでは，伸びた左腕でバットを引っぱる動作が主動的であり，折り曲げた右腕は，ただそれについてゆくだけであることを示すものといえる．両曲線の分かれる点は両腕がいずれも伸びたインパクトの瞬間(2)に相当している．

つぎにじっさいに両腕で電球つきのバットを振ってもらい，それを上から撮影した(3)．インパクトまでの曲線はほとんど1と一致している．インパクトから少し後は，左腕のかわりに右腕がバットに引っぱられて，主動的になるので，曲線は1の点線のように，右腕だけで振った場合に近くなる．

良いスウィング
悪いスウィング

四人の選手に良いスウィングと悪いスウィングとを振ってもらい，前頁と同じように電球でバットの先端の運動を示してみた．1およびaは，それぞれ良いスウィングの曲線．2およびbは，それぞれ悪いスウィングの曲線．3はaとbとを重ね焼きして，比較したもの．

上方からきた球は矢印の附近で打たれるわけだが1やaではそこでスウィングの半径がいちばん大きくなっている．つまり左腕が伸びて，インパクトとして理想的な位置でミートしているわけで打たれた球の速度が大きいしかし，2やbでは，スウィングの最大半径が矢印を過ぎた位置に現われ矢印の点では半径がまだ小さいままになっている．これは左腕の手首の曲がりが残ったまま，手首が利かぬうちに球にあたることをしめし，インパクトの効果が十分に球に与えられない．バットが振りおくれることになって打たれた球は弱く，良いミートをする率が少ない．

グリップ（バットの握りかた）

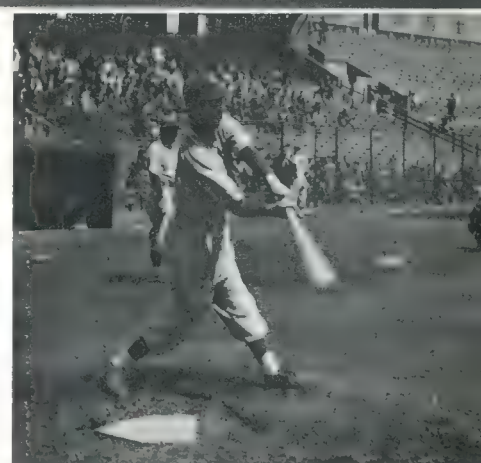
長いスウィングをするには両手の平を平行にそろえて握る．これはバットを引く左腕に右腕がむりなくついてゆける自然な形であり，また手首をきかせるとき，両手首が助けあって同一方向に仂くためにも必要である．もし手の平が直角になる形で握れば両手の運動が互いに殺しあって自由がきかなくなるおそれがある．両手の平をそろえて握れば，よくいう第二関節をそろえよという形とはちがってくる．ただ手の平で深くバットを握ろうと，浅く指のつけねで握ろうと，それはすきずきである．アメリカの選手はほとんど手の平で深く握っている．

右頁に，スウィングの各段階で両手の採る形を示した．左頁ではわかりやすいように手の平だけでバットを支えてスウィングした．これらの写真から，左右の手がたがいに助けあい，なめらかにスウィングを進める形がわかる．とくにインパクトのところでは，折りたたまれていた右腕が伸びる力が自然に仂いて手首を軸として鋭くバットが振られ，徐々にではあるが，それを境として上を向いていた左手の甲が，下を向くように回転する．インパクトのときの両手の位置はボックスでバットをかまえる前にまずバットを握った形と同じになっている．

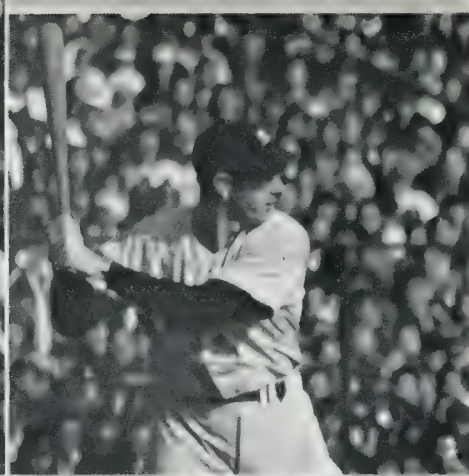
バットが振られる面

バットは或る平面に沿って振られる．正しいグリップなら，両手の平とバットとは一つの平面にそろう．だからバットが振られる面はグリップの基本になる両手の平が空間を切る面と一致する．バットを水平に振れと教える人もあるが，水平に振る場合は或るわずかな高さの球のほかにあり得ない．それ以外の球に対しては，バットの先が下に傾いており，水平でないのが当然である．

ディマジオ選手

水平に振るという意味は，バットそのものがいつも水平に振られるのではなく，高く構えた手が右上の写真のように下に振りおろされて，球にバットがミートする少し前から手(握った両手首の部分)が水平に振られるのである．したがって，バットの先は低い球を打てば，当然下に傾き，肩より高い球を打つ場合には，バットの先が逆に立って，いわゆる大根切りの型になってくる．

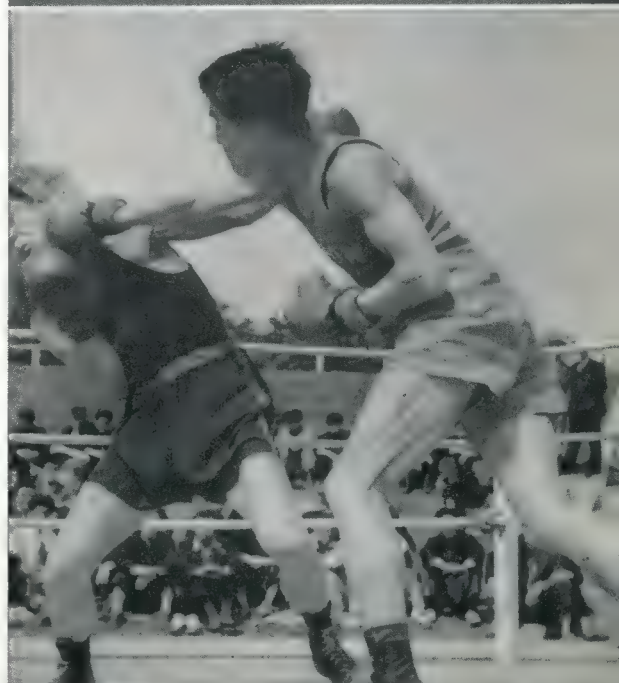
球のコースとインパクト

球のコースには,高い,低い,遠い,近いなどいろいろの種類がある.しかしスウィングの型はどの場合でも同じでよい.ただ球のコースが高くなれば,バットの先が球の高さに応じて上って,バットの振られる面が水平に近くなり(1),反対に球のコースが低くなったらバットの先が下って,この面が立ち気味になるだけである(2).高い球をしゃくい上げて打つというようなことはいけない.

3) 遠い球や近い球に対してもやはりスウィングは同じである.頭を動かさないで軸を固定しているから,手とバットとの合計半径はきまってくるそこで遠い球(アウトコース)の場合にはスウィングの初めの時期にミートして,ライトへ飛びやすくなる.また近い球(インコース)の場合には腰がよけいに動き,レフトに飛ぶのが普通である

ディマジオ選手

腰の回転と，左腕の引き

バットは右腕で振りだすのではなく，左腕でなで切るように振られる．つまり腰の回転にともなって自然と左腕でバットを引くことになる．これは拳闘で右腕をつきだす始動が左腰側を回転に移して，この力と上体のねじりを利用し，右腕の衝撃を附加するのに似ている．

重い戸をあけたり，引っぱりっこをしたりするとき，腰で引くと，腕が自然に伸びて，そこに緊張が見られる．スウィングのときに前腕に力が入るということは，これと同じ原理によるもので，左腕を前方に持ってゆくような力をいれてはいけない．腰の回転による力がよく伸びた左腕を通してバットに伝わるのである．

← (日本映画社　提供)

P 14～15 の写真を重ねてみると．

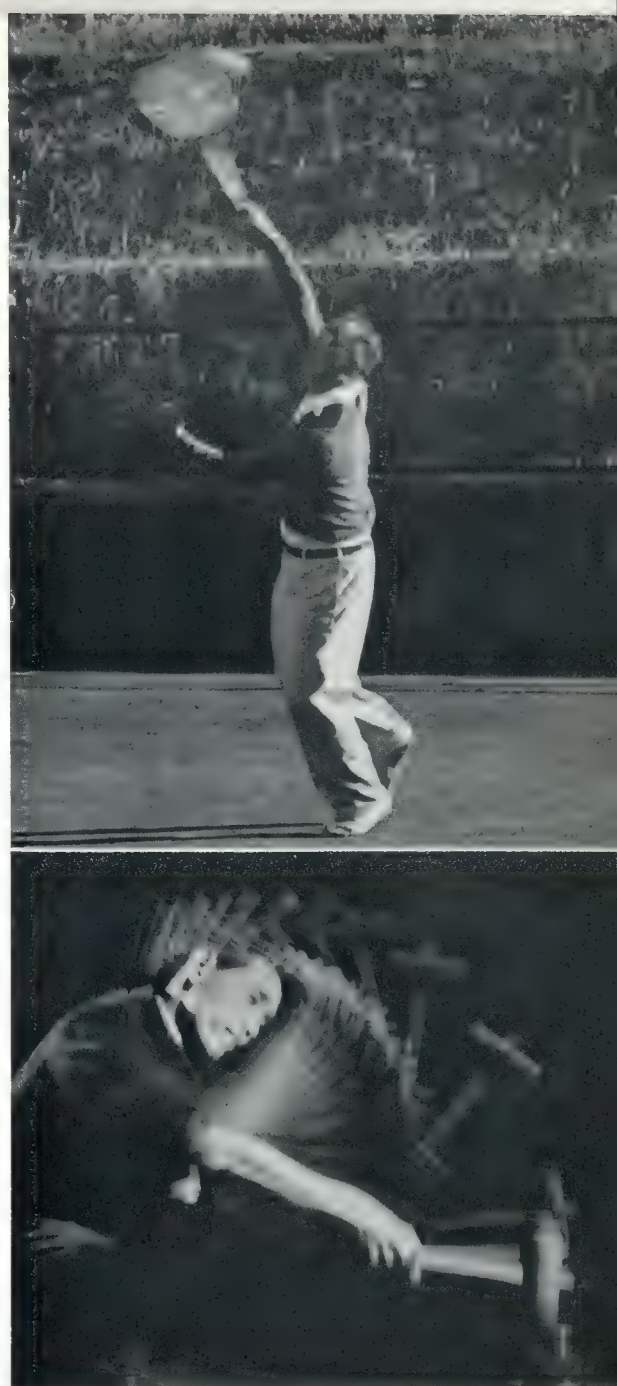
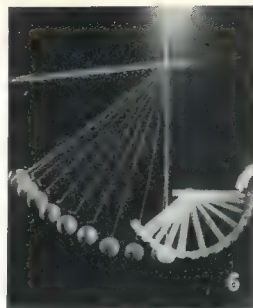
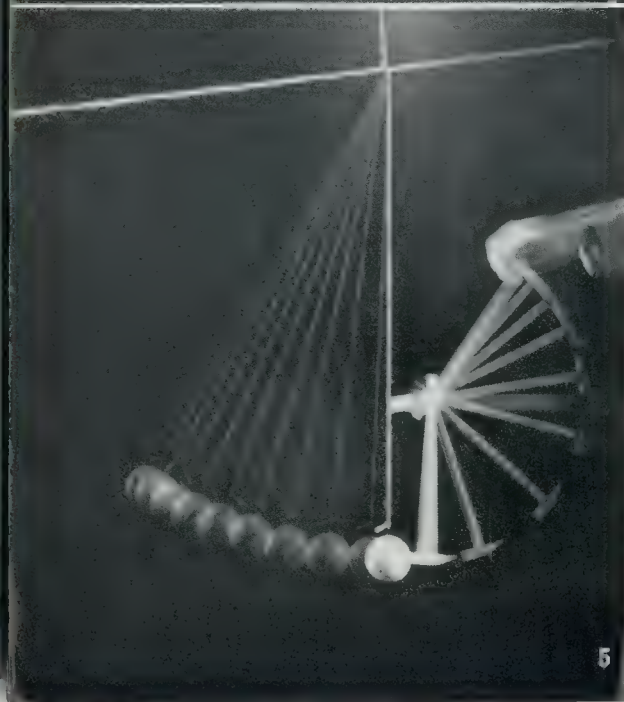
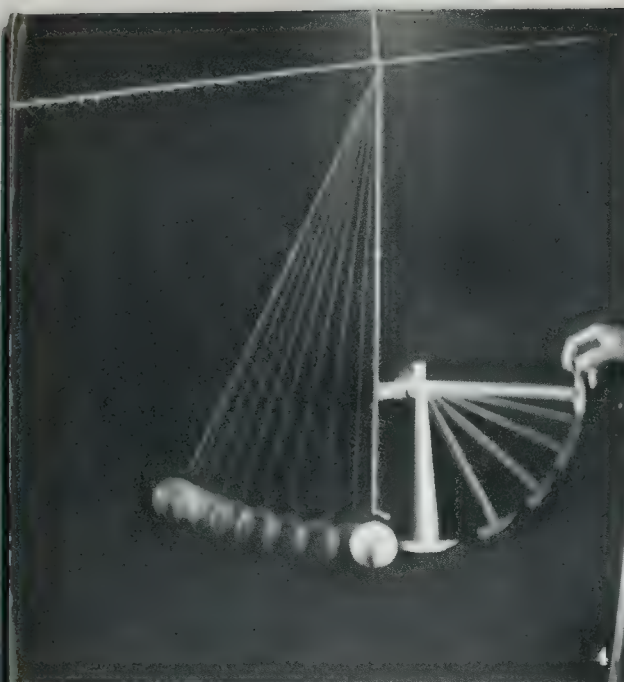
手首を利かせる鋭い回転

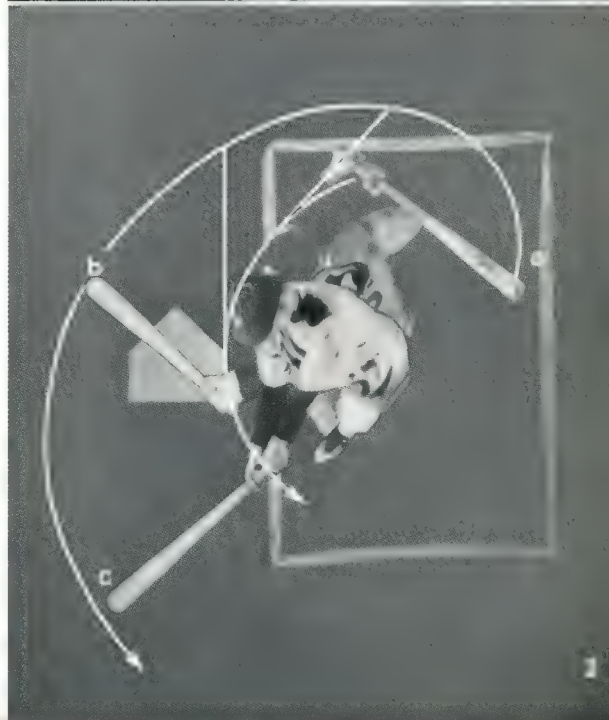
ディマジオ選手の，上から撮影したスウィングの重ね写真を見ると，インパクト前後で手首の位置がほとんど動かず，バットの先が急速に振られている．この運動は腰の回転と左腕の引きがギリギリまで進められ，バットに十分な初速が与えられた後，つづいて行われる．

それは，スウィングの速さを増し，ミートを確実にするための條件である．テニスのスマッシュなどでも，手首は球を打つ最後の瞬間に運動をはじめる．ハンマー打ちの場合も同じ（重ね写し写真を比較せよ）．ただし，スウィングの場合の手首はハンマーではヒジにあたる．ヒジを軸とする回転運動は，打撃の寸前に行われ，ハンマーの間隔は急速に増し，先端が加速されたことがよくわかる．

スウィングの速さ

1) バットの先に豆電球をつけて振り，毎秒100回の割合で重ね写す．光点の間隔の大きい所は速度の大きいことを意味する．速度はインパクト前後で最も大きく，秒速約30mである．p6の写真からも同じ数字が得られる．

2) 上から見たバットの運動を図解で示す．aからbまでの間で，バットは腰の回転と左腕の引きとで回転する．回転の速度はかなり大きくなるがバットに垂直な方向の速度はまだ十分でない．だから，bから手首を利かせて，鋭くバットを振りcの前後で速度を最大にする．今まで角度をもっていた左腕とバットは一直線になる．実際に映画で撮影したコマを見るとこの位置でバットがぶれており(3)，速度が速くなっていることがわかる．

バットを速く振れば，打ちだした球の速度が速くなり，鋭く伸びることはいうまでもない．写真はこのことを示した実験で球を糸で吊り下げておき振子のように支えたハンマーで打って，重ねうつしてみたもの．4と5とを比較すると，高い位置から振り下げて，速度を増した5のほうが，球が高くあがることがわかる．

6は重いハンマーで打った場合で，4にくらべると球が高くあがっている．だからバットの場合でも重いものを使ったほうが打った球にいきおいがつくことは，いうまでもないが，自分の体力以上に重いバットでは，かえって速く振ることができず効果がない．日本ではふつう240～250匁，アメリカでは260～270匁のものが標準となっている．

投手板から本塁まで60フィート6インチ(18.5m)の距離をま上から撮影するために，飛行船の格納庫で，55mの高さにカメラがおかれた．9個の光源がつぎつぎに伪いて，9個の球の像を重ねうつしている．下はカーブ，球のコースのかたよりは本塁の上で40cm．上はシュート気味の直球で，逆の方向に曲がっている．しかしいずれにせよ，ゆるやかに曲がるコースであって，本塁の近くで鋭く急に曲がるというような現象は見られない．

野球はカーブを前提としてなりたつとさえいわれる．しかしカーブとは球が本当に曲がるのか，それとも実際にはほとんど曲がらないで，ただそう見えるだけなのか——これは古くから繰返して議論された問題であった．写真は雑誌ルック（1949年7月）に掲載されたもので，シカゴカブスの左投手ジョニー・シュミッツの投球．“これを見たら，どんな頑固な人でも目の錯覚だとはいわなくなるにちがいない”という結論がついていた．

（Look提供．F. Bauman撮影）

投げられた球をバットで打った瞬間を撮影することは困難なので，バットをモーターで水平に回転させ，手早く球を送りこんで打たせた．投球速度もバットの速度も秒速30ｍとし球を打つ点のバットの円周速度が秒速60mになるようにした．写真は1/10000秒の露出で撮影した結果で，1は球がバットにあたって凹みはじめたとき，2はさらに凹んだところ．3と4とは，同じように軟球を打ったところ．

（装置　玉木章夫・櫻井義雄氏）

打 た れ た 球

バットを鋭く振るということは，いうまでもなく，球にできるだけ大きい速度を与えるためである．球はバットに接触して凹むが，ごく短い時間でもとにもどると，ものすごい力でバットを押しかえす．そしてその反動で，大きな速度で飛んでゆくのである．かりに秒速30ｍで投げられた球が秒速70ｍで打ちかえされるとすれば，球の重さ140ｇとして,力と時間との積（力積）は1400g-secとなる．写真では球の直径が1/5ぐらい凹んでいるが，それだけの凹みを静的に与えるためには，およそ300kgの力で押さなければならない．そうすると，接触の時間は1/200秒となる．もっとも静的に押すのでは変形の様子がちがうから，この数字はあまり信用ができない．とくに軟球の変形は静的にはとても再現できそうもなく，バットを押しかえす力が極限に達しているように見える．

球 と バ ッ ト

床におとした球を重ねうつした写真．軟球が二倍もはずむのは高さが低いためて，もし20ｍの高さからおとせば（落下秒速18ｍ），硬球も同じくらいはずむ．バットで打たれるときの速度はさらに大きいから，もちろん硬球のほうが強くはねかえる．

バットで球を打つときあたる位置が悪いと手がしびれる．いわゆる‘打撃の中心’で打てばそのようなことがない．そのときの握る場所を回転の中心と呼ぶが，それは打撃の中心に大きい力が短い時間仂くとき，バットは回転の中心のまわりに回転し，そこには力が仂かぬことを意味する．重心から二つの中心までの距離の積は一定である．写真は振子の端にバットを支え，球をいろいろの位置にあてて，支点においたピンポン球の動きを観察した実験．4はあてる位置が上に過ぎ，それに対する回転の中心は支点より上にあるので，支点は左に動く．5はあてる位置が下に過ぎる．6は回転の中心が支点に一致する場合で，ピンポン球は二つとも動かずにいる．

（装置　玉木章夫・櫻井義雄氏）

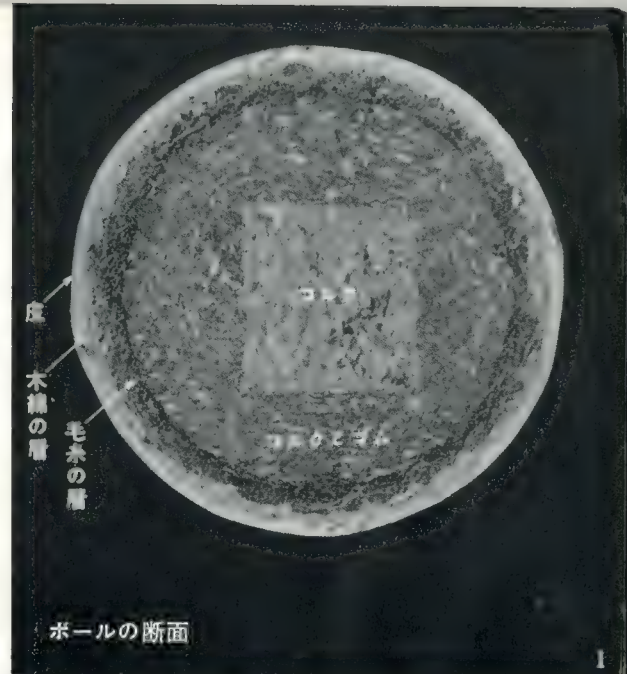
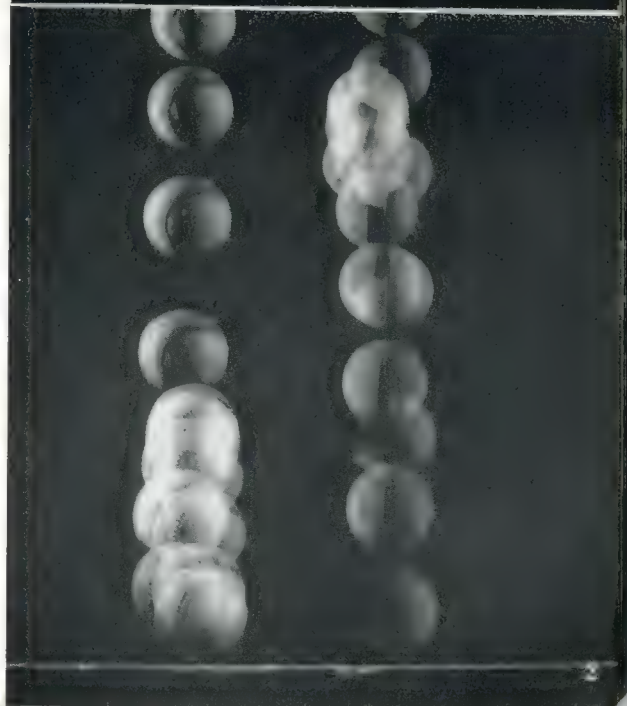
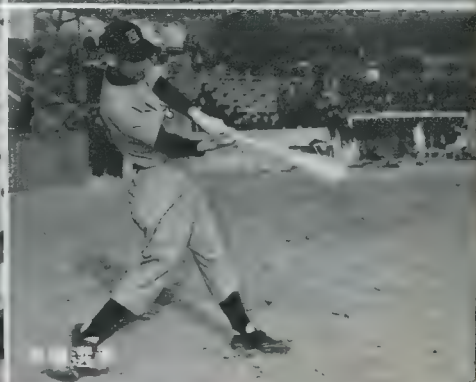
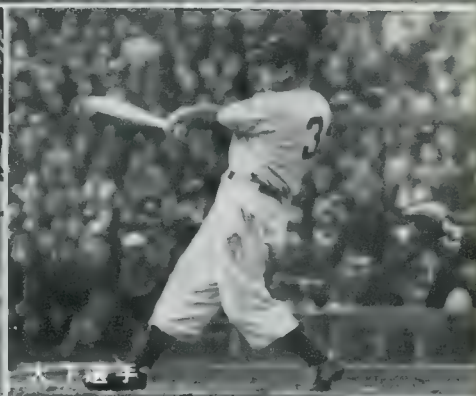
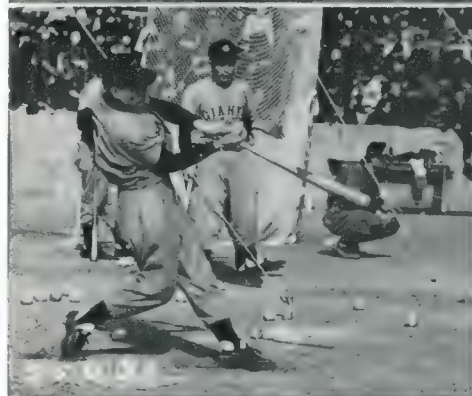
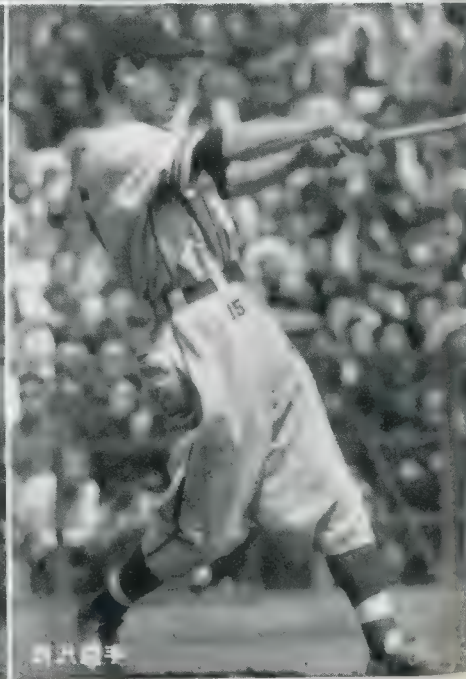
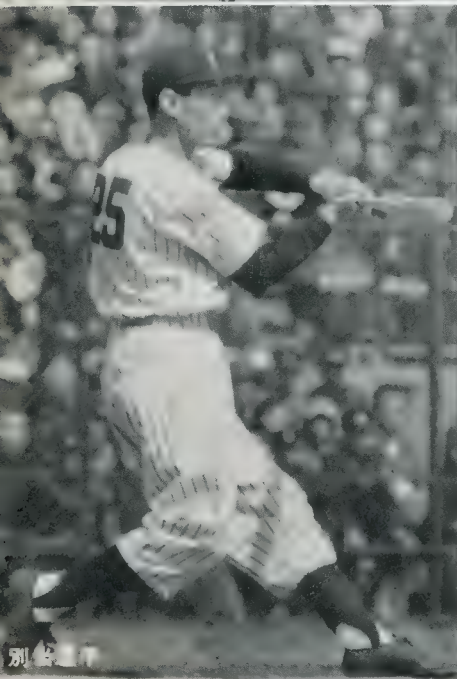
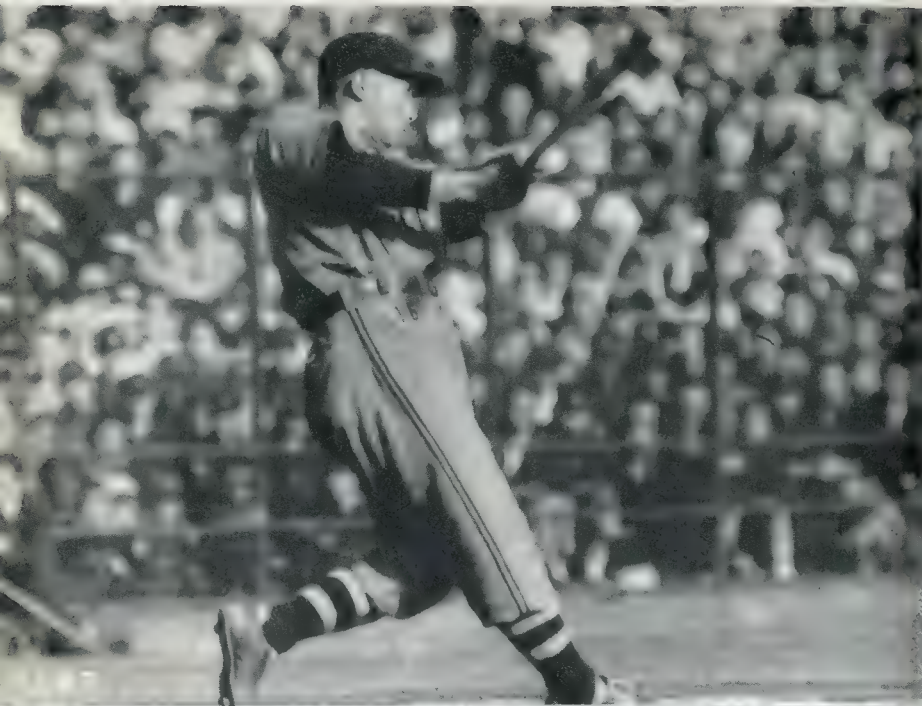
ボールの断面

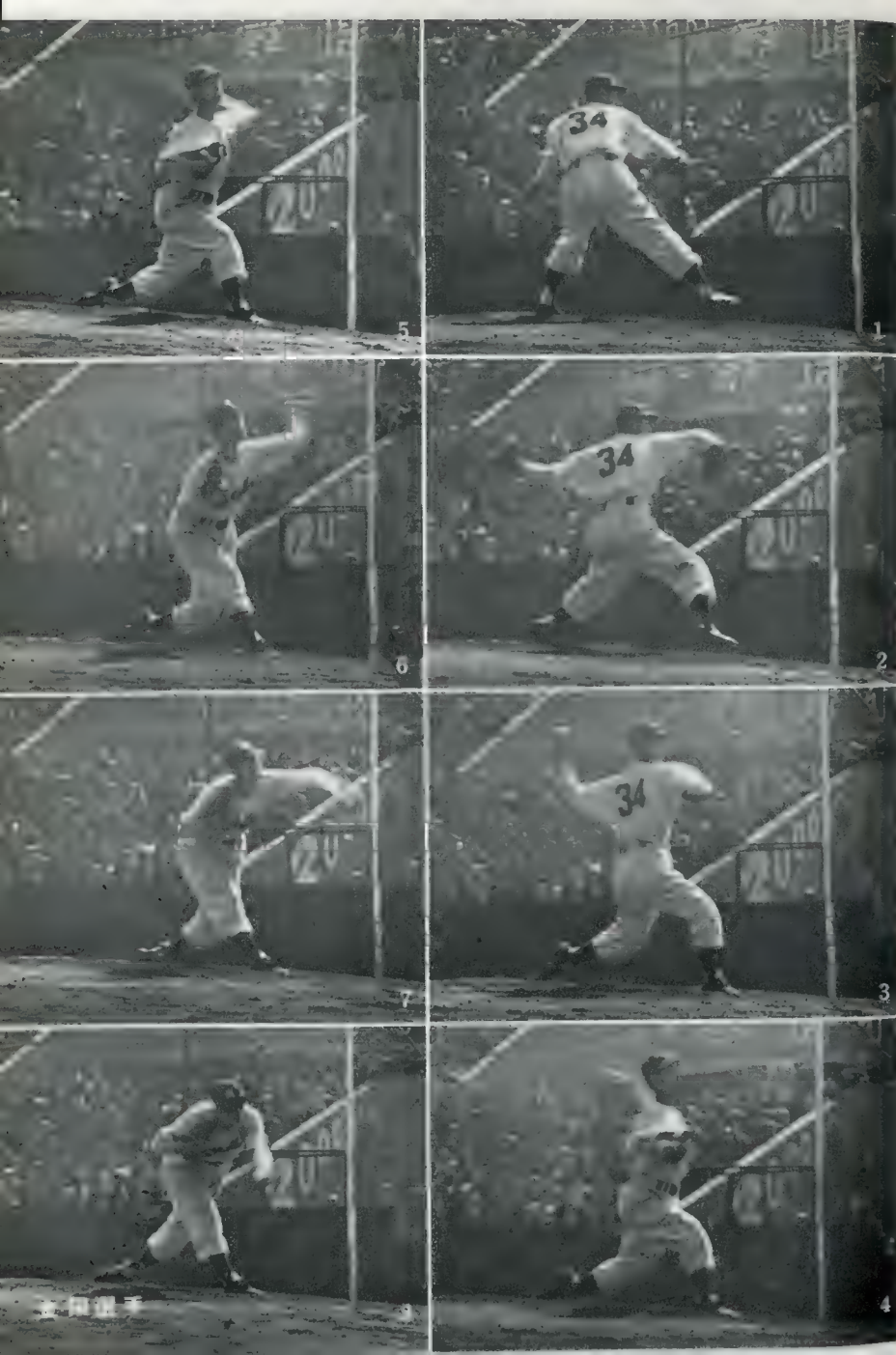
岩本(義)選手

大下選手

藤村選手

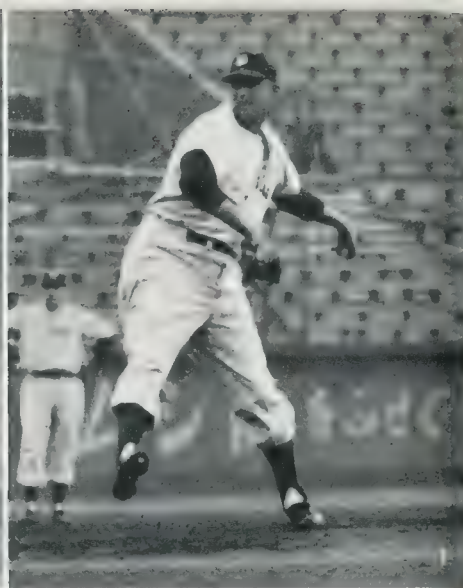
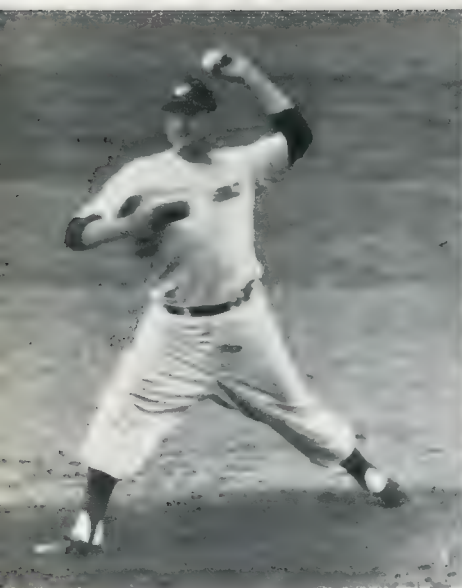
ス[illegible]ントル[illegible]リー[illegible]手

ピッチングについて

シールスとの最初の試合のとき他の投げない投手を見て「あの投手なら打てそうだ」と、日本の選手たちが話していたのを聞いたが、じっさいには、日本の強打者が三人つづけて三振というような結果がでている。シールスの投手たちはじつに軽く投げているように見えるが、カーブの曲がりかた、速球の伸びかたが違い、カーブと速球とが見わけにくかったことは、誰しも認めたことであった。この相違は、彼らの投げる球が、捕手のミットに入るまでいきおいの衰えぬ鋭い球であることを示している。しかしそのモーションは日本の投手のように力いっぱいという感じはなく、腕がクルクルとやわらかくまわされていた。このことは、良いバッティングのフォームが見たところやわらかく振られているのに、打った球は鋭く伸びるのとよく似ている。ナショナルリーグのブラックエル投手が、ピッチングの秘訣についてこんなことを語っている。「何よりまず無理のない投球法を会得せよ。カーブやスローボールを練習する前に速球を練習せよ。ただし細かい急激なモーションを避け、ゆったりしたモーションで、腕の筋肉がやわらかくなるような投球法を行わなければならぬ。」

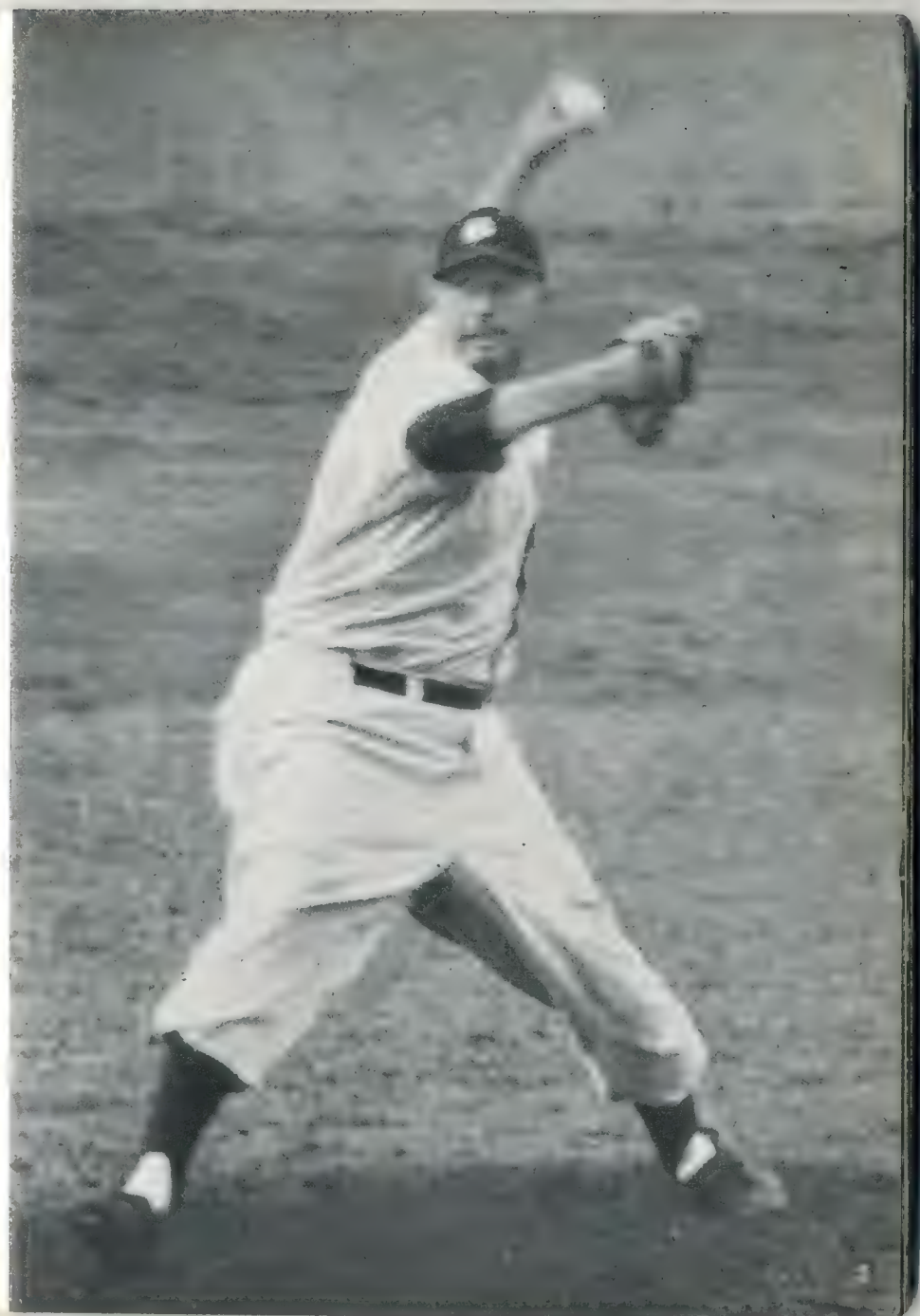
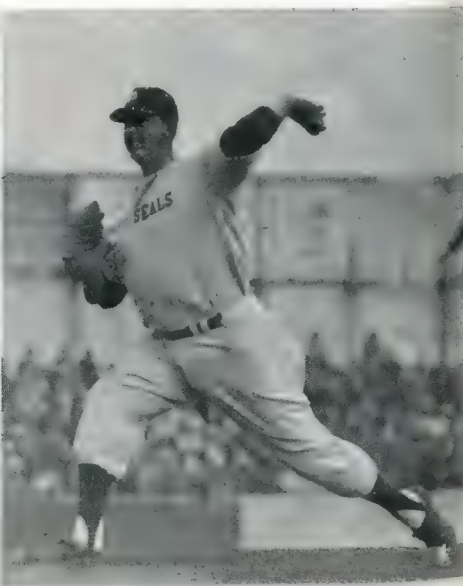
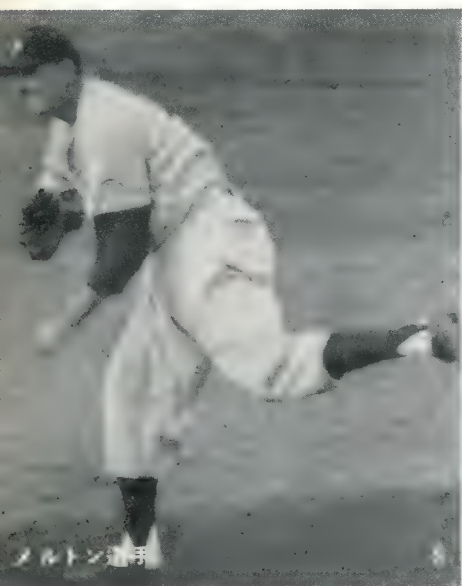
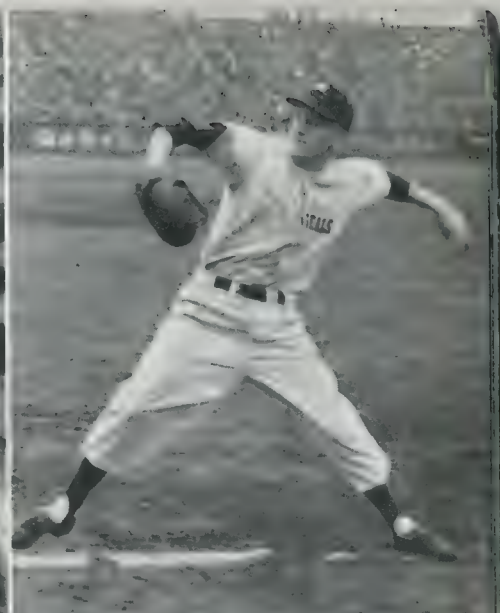
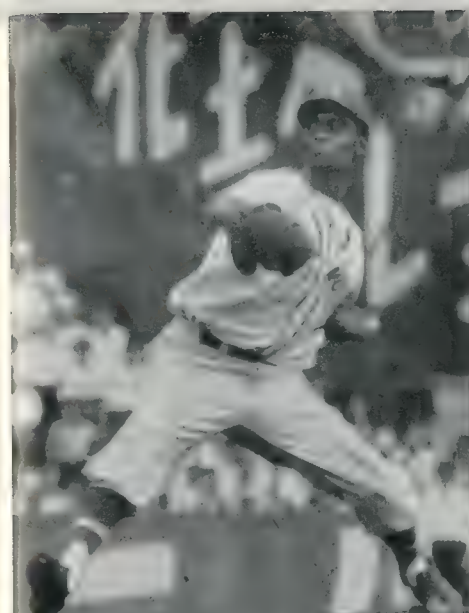
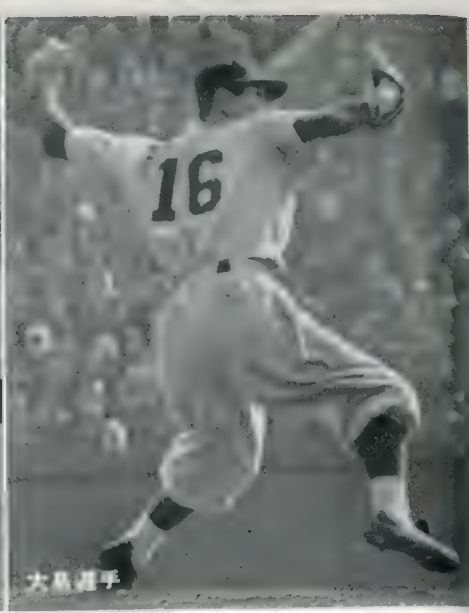
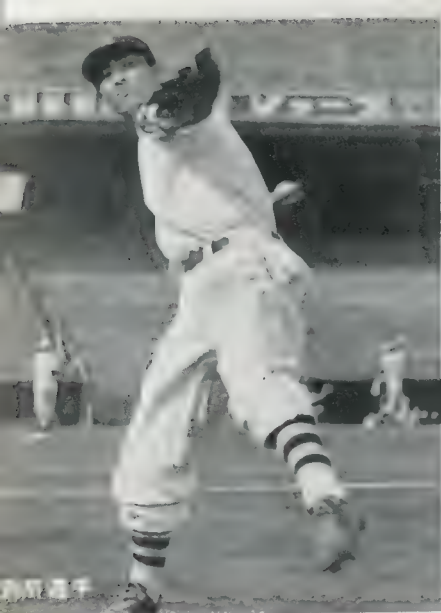
ブラックエル投手のいうように、投手の生命が矢のような速球にあることはいうまでもない。同じカーブでも、速い球と遅い球とでは、バッターの打ちにくさに格段の差が生じる。しかしブラックエル投手が速球を投げるのに急激なモーションを避けよといっているのは、どういう意味であろうか。もちろんヒジをすぐ痛めるということもあるが、じつはそれが速球を投げるための合理的な動作なのである。物理学的にいえば、ピッチングはバッティングとひじょうに共通した点を持っている。バッティングが身体のねじれをしめつけながら、身体すなわち軸に近い部分から振りだしてゆく回転運動であるように、ピッチングも身体にねじりを十分に利かせながら、軸に近い部分から投げだしてゆく回転運動なのである。中心のまわりの回転速度を利用して、腕が十分に加速したところで、手首を利かせて投げるのが本筋の投げかたである。これが見た目では、腕が最後までやわらかく振りまわされているように見えるのである。逆に初めから腕だけで投げようとすれば、いかにも力いっぱい投げているように見えても最後の手首の利きに十分な力が入らぬのである。

ピッチングの基本

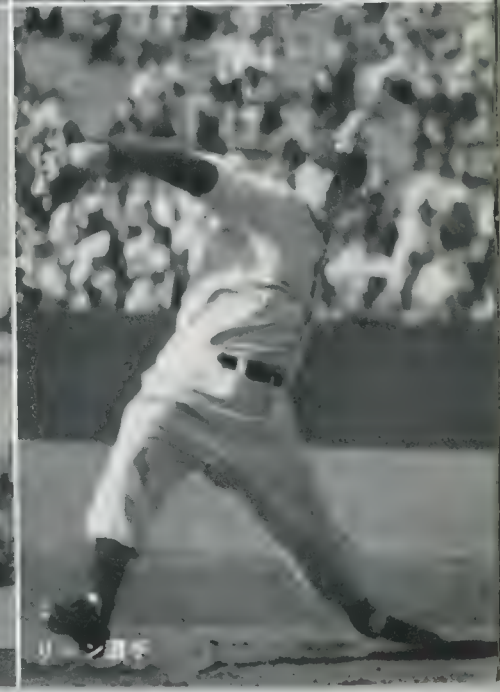
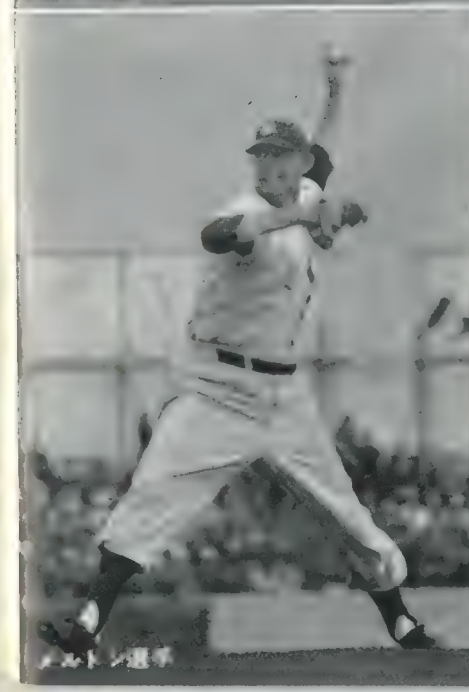
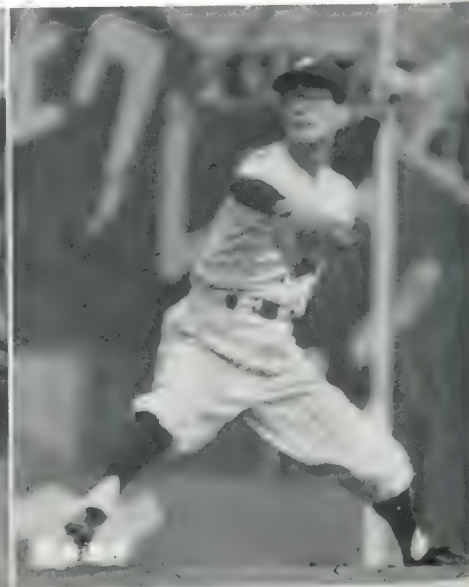
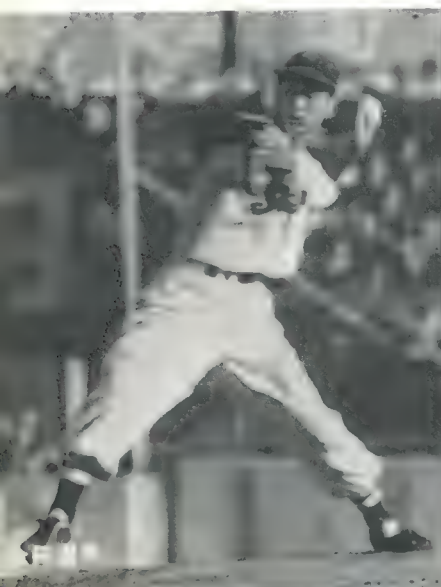
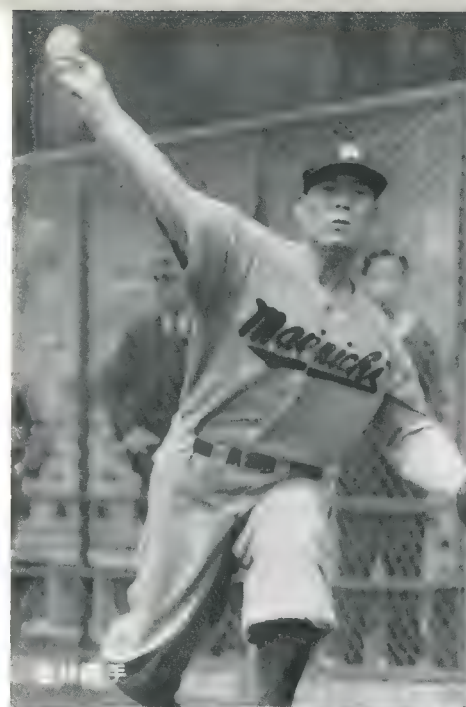
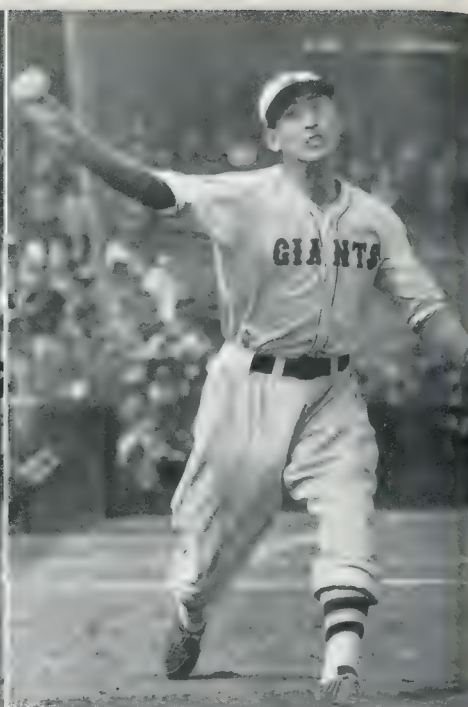
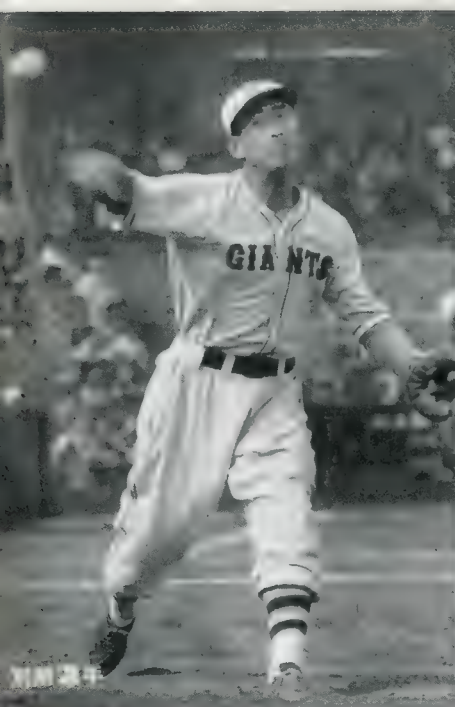
ピッチングもバッティングと同じように，身体にねじりを十分にきかせながら，軸に近い部分から身体をふりだして，球を投げる運動である．左頁は映画による金田選手の投球．右頁小林(恒)選手のフォームを上から撮影した写真．aは1に当りbは5に当り，cは8に当る動作．豆電球によって手首の運動をしめした．

投球も打撃と同様に，体重の移動を利用して，ねじり入れられた身体を鋭くひねりもどし(1→3)この力を利用して腕を引き振り(4→5)，最後の段階で，肘，つぎに手首の力を加えて，スウィングを加速し，球を投げだすのである(6→8)．たとえ見た目の形は違っていても，原理的に考えれば，バッティングの動作とすこしも変わったところはない．

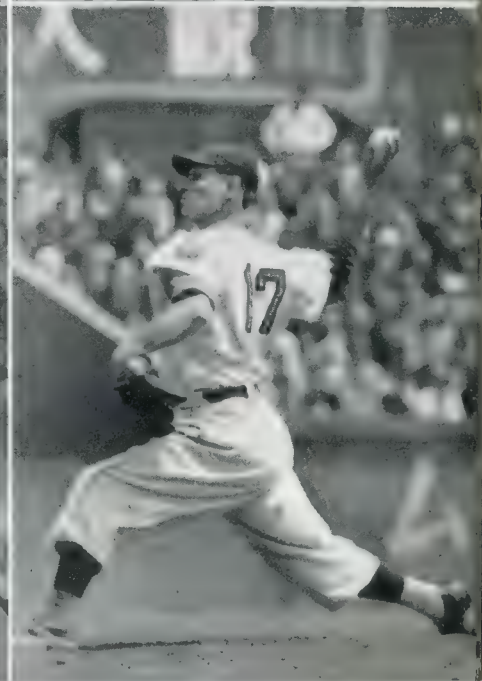
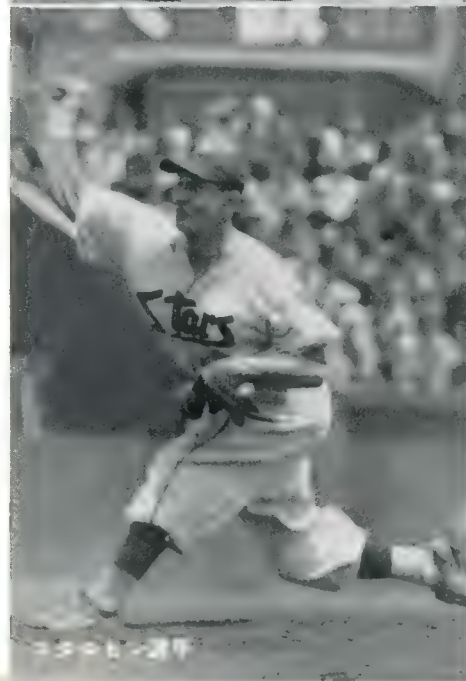
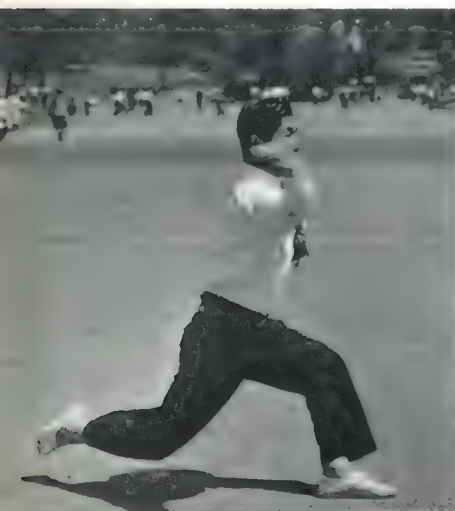
金田選手

シールスのメルトン投手の写真を見ると，日本の投手とは違い，球を持った手の先から胸，胴，足先を通じ，非常に深い関連性を持ちつつ動いていることがわかる．ピッチングの動作も，常に腰で体重を前方に移動すると共に回転し，その影響が肩に伝わり，つづいて肘手首に伝わり，手が振りまわされる．中心のまわりの回転によって十分に加速されたところで，肘と手首との力が加わって，さらに加速され，最後に球がはなされる．

メルトン選手

大島選手

日本の投手は，身体のねじりや腕のねじりの利用のしかたが悪い．したがってバッティングの場合と同様に，いちばん強い腰の力がまだ十分に利用されていない．かつ手首もきかない．これらが上手に利用できれば，日本の投手の球速はもっと速くなる可能性がある．シールスの選手を見ると日本のプレイヤーには絶対に見られない場面がある．これらのポーズは，腰と腕とのねじりもどしの力を十分に利用していることを示している．

別所選手

肘と手首との運動は，腰の利用によって腕が十分に加速したところでおこなわれる．球を持った腕を後に振りあげたのを，腰て体重を前方に移動しながら身体全体をラセンのようにねじる．このとき球は振り残されるが，そのまま反った身体を前方に引き，最後に，腕と手首とに伸ばされる力が加わって，球がいきおいよく投げだされるわけてある．

若林選手

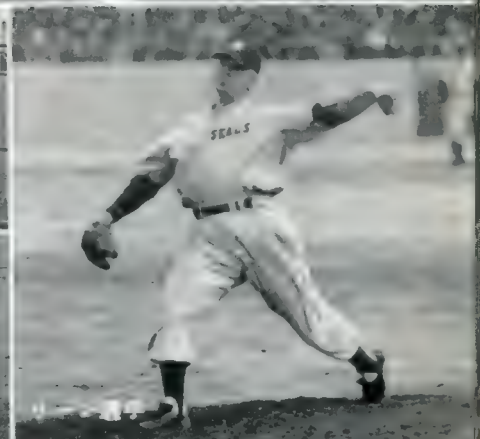
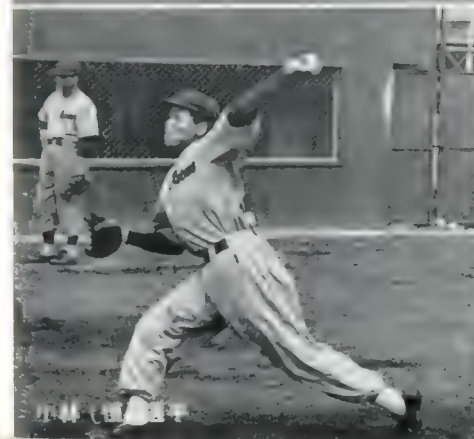
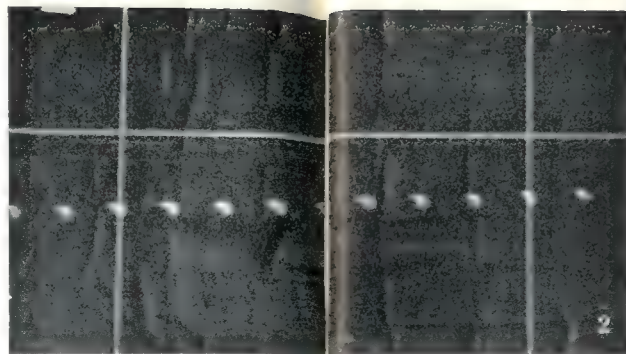
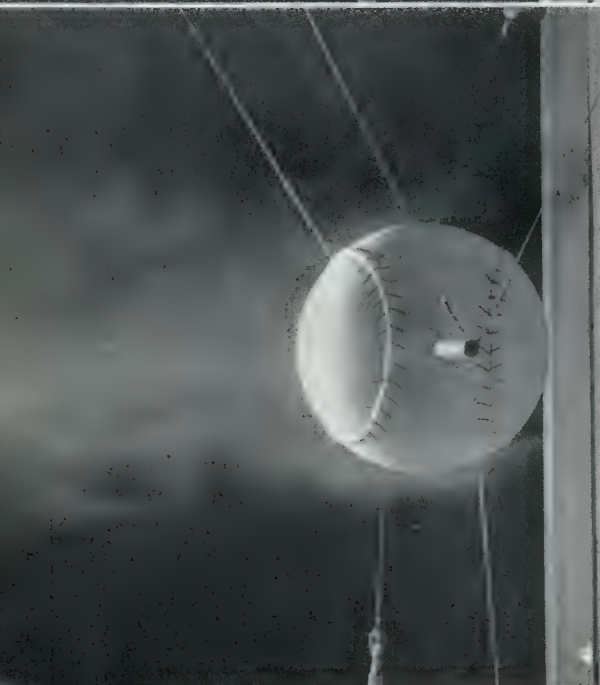
スタルヒン選手

身体のネジリの重要性

腕だけの力に頼っていたのでは，早い球は投げられない．身体をラセンのようにねじり，それとラセンとの両方の返りを利用して投げるのである．十分にねじるには中心に近い部分からねじることが重要であって，またねじられた身体は，中心に近い部分から順に返してゆかねばならない．これは槍投げやテニスのサーブなどにも共通した原理である．

投げる球の速さ

投手の投げる球の速度は秒速 30〜40 m の程度で火の玉投手とあだ名されたボッブ・フェラーの記録は 44 m といわれている．投手板から本塁まで 18.5 m の距離を，半秒に足らぬ時間で過ぎるから肉眼とストップ・ウォッチとだけでは，正確な速度を測ることができない．

倉庫のなかで照明をもちいアマチュア投手に投げてもらった．カメラの前で孔のあいた円板を回転させ，毎秒 100 回くらいの割合でかさねうつしてみると，うつった球の数からあらましの球の速度が求められるはずである．1 も 2 も直球の場合の写真．1 m おきに張った白テープのあいだに，4 個の球が写っており，毎秒 120 回の割合で撮影したから球の速度は秒速およそ30m という見当である．

（装置　玉木章夫氏）

3) 4)　球を風洞に吊り，塩化アンモニウムの煙を流して，球のまわりの流れをしらべる．球の後にうずをまく部分ができてそれが空気抵抗の原因になる．この抵抗のために投げられた球はしだいに速度を減ずるわけである．おもしろいことには，風速が或る値(秒速約40 m)をこすと，うずの部分が小さくなって，かえって抵抗が減少することがある(4)．向風（捕手から投手のほうへ吹く風）のときに球が浮くといわれるが，それは球に相対的な風速が限界をこすようになり，抵抗の小さい状態が実現されるためではないかと考えられる．もちろんそういうことは，ある特別な場合に限って起るもので，一般には向風では抵抗が増加し，したがって球の速度が早くおちるようになるのである．

（装置　谷一郎・松原義雄氏）

投げる球の種類

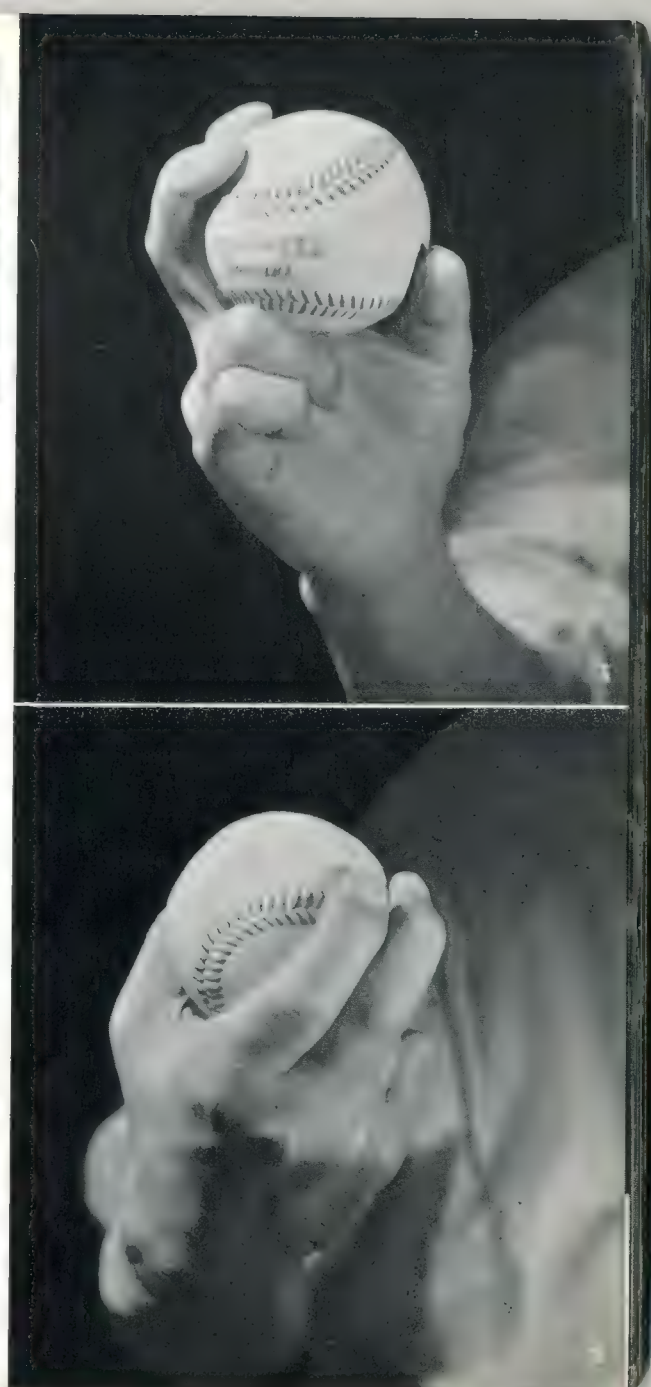
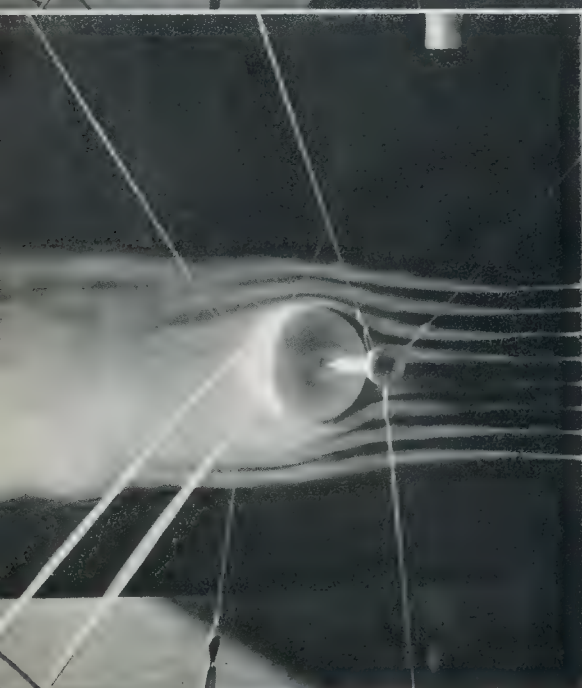
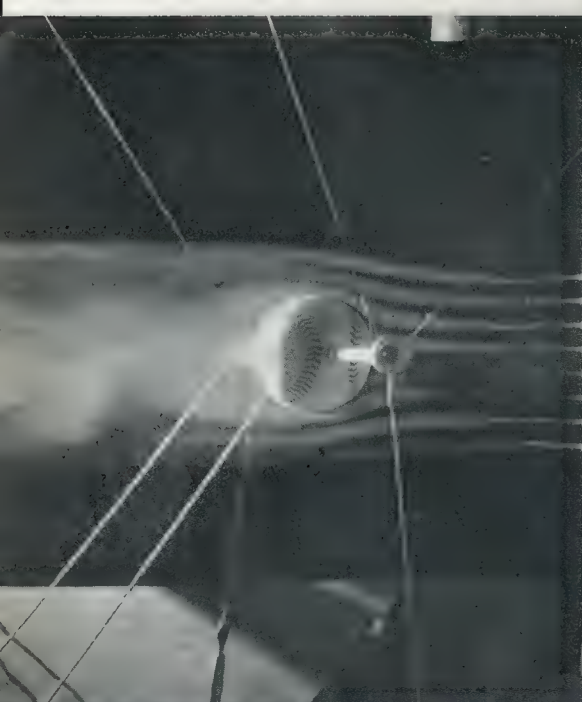
手首が利いて放される球は，一般に回転しながら進む．回転が進行と同じ向きの側では球の表面に相対的な空気の速度がおそく，したがって圧力が高く，コースは押されて反対側に曲がる（カーブ）．回転と速度の配合に応じて，いろいろの種類の球が投げられる．

球の握りかたは，直球でもカーブでもかわりはなく，ただ手首の利きと放しかたがちがう．強い回転を与えたければ，縫目に指をかけて握る．特別な握りかたとして，中心を外して握って斜に回転させるスライダー，回転を与えぬようにするナックルなどがある

投げる球の回転

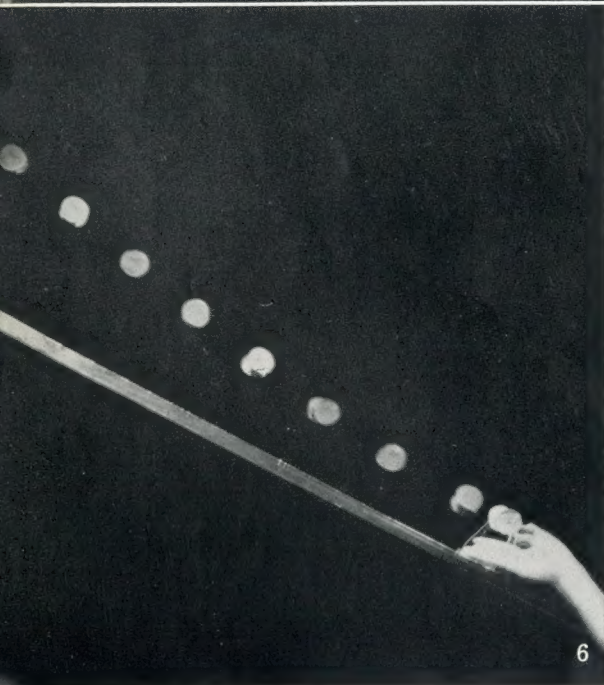
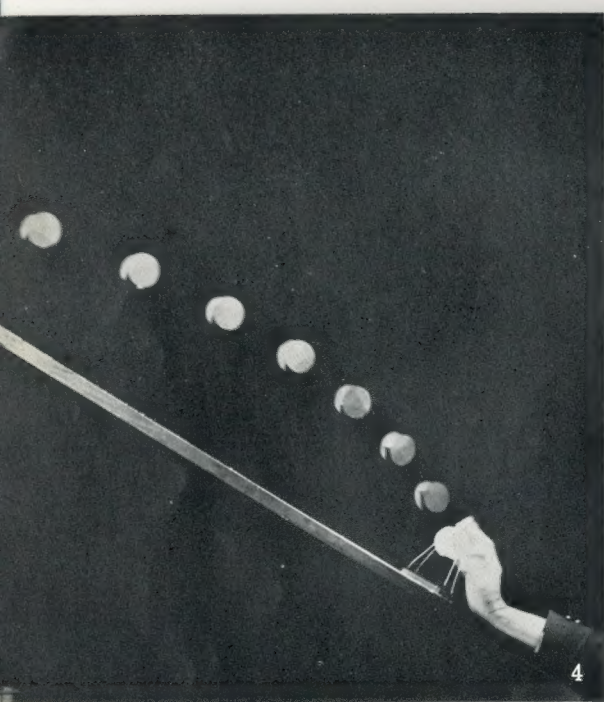
球のコースは回転のためにカーブするほかに，重力の作用で下に沈む．沈みに加えてさらに下に曲げるのがドロップで，水平軸のまわりに三塁から見て時計の方向に回転させる(1→2)．反対の回転を与えれば，ホップし上下軸のまわりに回転させれば，アウト・カーブやシュートとなる．二つ以上の回転を組合わせ，さらに回転の強弱，速度の緩急，投手板の位置などを配合することによって千変万化の球が投げられるわけである．たとえばアウドロは，大きく外角にそれて落ちる球である．シュートやスライダーは曲がる量は小さいが，打者の近くで比較的するどく曲がって，ミートを狂わせ，ナックルは回転しないので，不規則なコースを描くといわれている．

（装置　玉木章夫氏）

球の回転数はどの程度なのか，数量的にはほとんど知られていない．見開き頁のように，本塁の上で 40 cm 曲がるとすれば 30 g の横向きの力が仂くはずである．風洞の中で球を回転させて実験したら，30 g の力をだす回転数は毎秒40だった．そこで，実際にはどのくらい回転するか，直接に測ってみることにした．速度の測定と同じように，アマチュア投手に投げてもらった．球の半面を黒く塗り，カメラをあけ放しておくと，球のコースがきれぎれにうつる．3と4はシュート・ボールで球は上下の軸のまわりに上から見て時計方向に回転している．1 m おきに張ったテープの間を通過する時間は1/30秒で，その間に 0.8回くらい回転しているから，回転数は毎秒24となるわけである．

回転する球の風洞実験

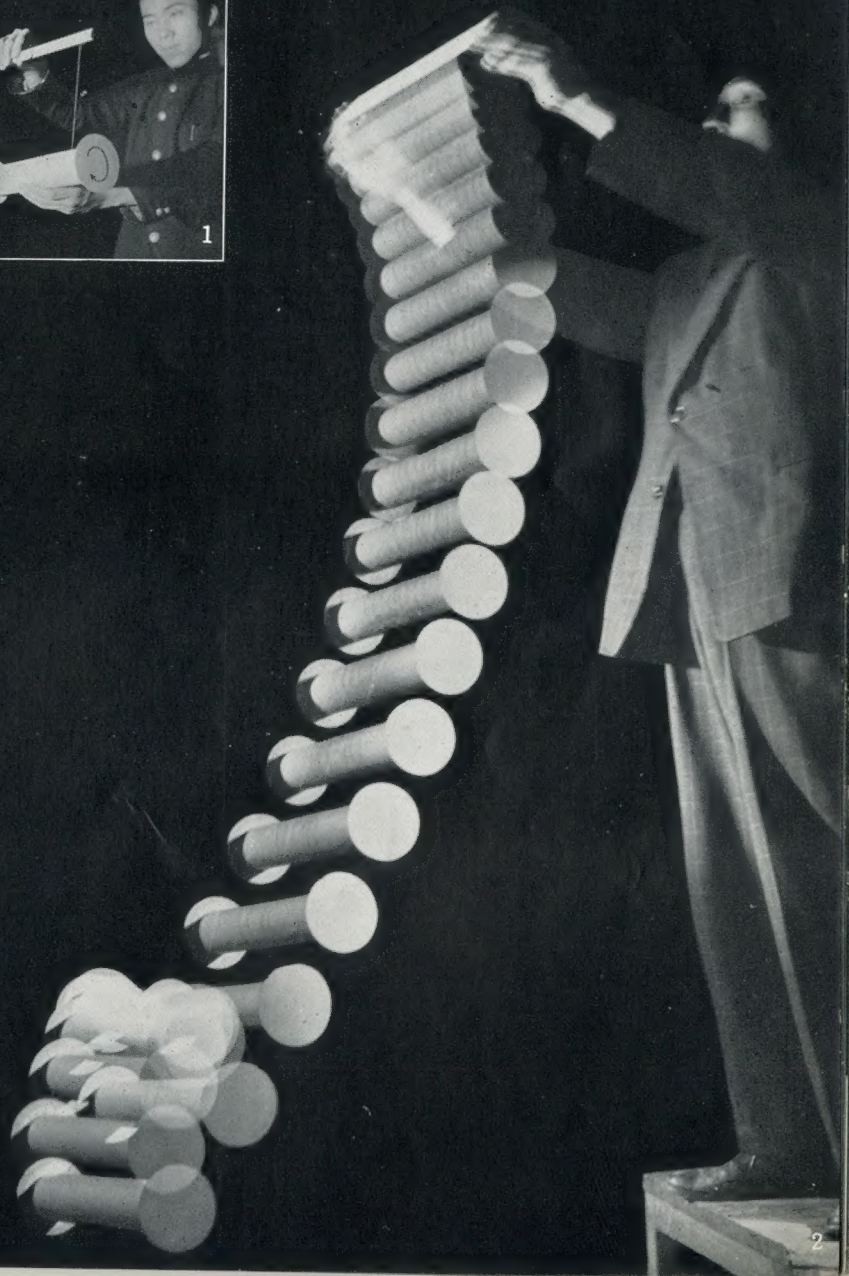
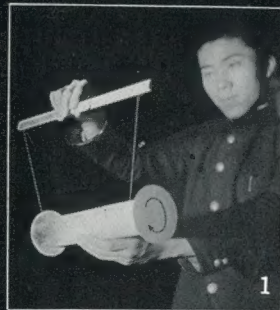
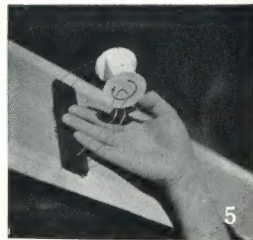
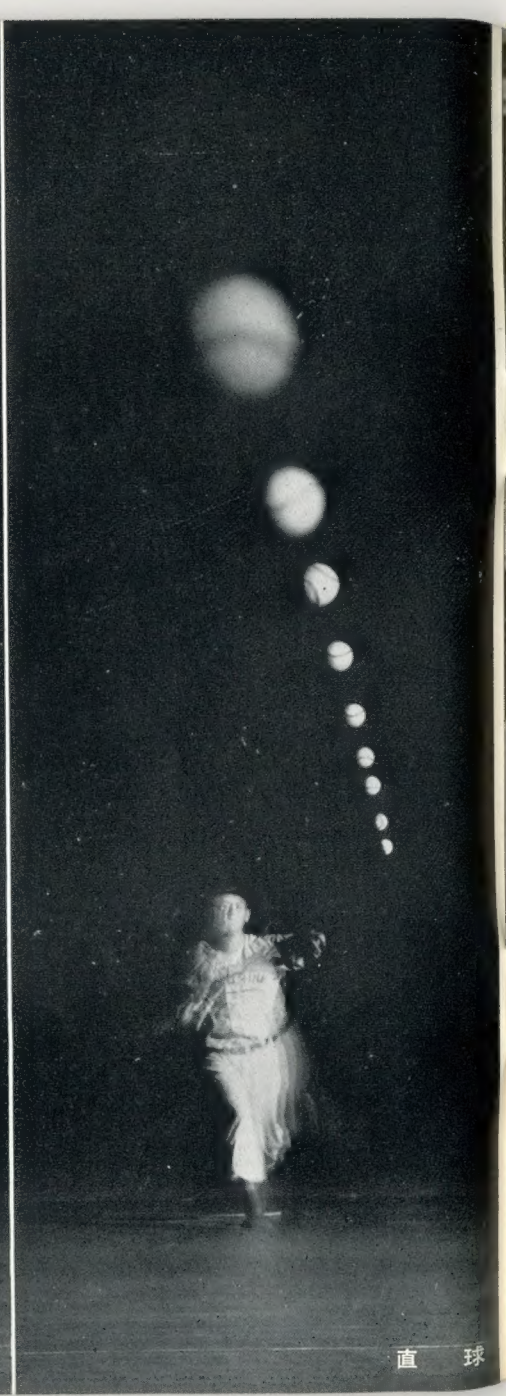
3) 5) 風洞に球を吊って塩化アンモニウムの白い煙をながし，球のまわりの流れの状態をしらべる．
（装置　谷一郎・松原義雄氏）

4) モーターとベルトで球を回転させる．風洞の気流は左向きに流れ，球は時計と反対の方向に回転するから，球に相対的な空気の速度は，上側のほうが大きくなって，球には上向きの力がはたらく．球のうしろで煙が下に曲げられるのは，このような力の反作用による．

1) 2) 球のかわりに円柱を回転させて，後の流れが曲げられることを示す写真（シュリーレン法）．上流で4個の電気火花を点滅させたので，加熱された空気の塊が断続して見えている．この間隔の長いところは流れの速度の大きいことを意味する．
（装置　谷一郎・平澤秀雄氏）

カーブの原理の実験

回転しながら進む物体が曲がった径路を描くことは，つぎのような簡単な実験で示すことができる．（どれも重ね写した写真）

1）2） 紙で作った軽い円筒に糸を巻きつけておいて放す．糸がとけるにつれて，円筒は時計の方向に回転しながら落ちるので，左向きにそれてゆく．

3）—6） 紙で作った三角筒を指先ではじき飛ばす．はじく位置によって回転方向が異なり，したがって，径路も異なってくる．

シンカー

直　球

カーブは目の錯覚か

見開き頁と同じ條件で撮影されたシュミッツ投手の球．カーブでもシュート気味の直球でも上から見ればゆるい円弧にすぎないが，このように捕手の位置から写すと近くへきて急に曲がるように見える．

（Look提供．F. Bauman撮影）

カーブは球がほんとうに曲がるのか，目の錯覚でそう見えるだけなのか，ということはしばしば論争された．しかし今では，実際に曲がると考える人が多く，見開き頁の写真もそれを保証している．風洞実験の結果をみても，また投げられた球の回転数を測ってみてもカーブはやはり実在するようである．もっとも球のコースは大きくゆるく曲がるだけで，打者の近くで鋭く切り込むというようなことは，少なくともこれらの客観的な記録には見あたらない．それにもかかわらず，カーブを曲がりばなで叩けとか，打者の手元で鋭くブレーキする球というような言葉が使われている．私たちはそれを観念的だと断言することはできないが，それにしても，この問題こそ目の錯覚という可能性とむすびつけて考えるべきではないかと思う．

カーブ

岩波写真文庫目録

1 木綿
2 昆虫
3 南氷洋の捕鯨
4 魚の市場
5 アメリカ人
6 アメリカ
7 雪の結晶
8 写真
9 レンズ
10 紙
11 蝶の一生
12 鎌倉
13 心と顔
14 動物園のけもの
15 富士山
16 積雪
17 いかるがの里
18 鉄
19 川—隅田川—
20 雲
21 汽車
22 動物園の鳥
23 様式の歴史
24 銅山
25 スイス
26 スキー
27 京都—歴史的にみた—
28 力と運動
29 アメリカの農業
30 アルプス
31 山の鳥
32 奈良の大佛
33 尾瀬
34 電話
35 野球の科学
36 星と宇宙
37 蚊の観察
38 長崎
39 高野山
40 正倉院(一)
41 彫刻
42 佛像
43 化学繊維
44 蛔虫
45 野の花—春—
46 金印の出た土地
47 東京—大都会の顔—
48 馬
49 石炭
50 桂離宮と修学院
51 日光
52 醤油
53 文楽
54 水辺の鳥
55 米
56 正倉院(二)
57 石油
58 千代田城
59 歌舞伎
60 高山の花
61 波
62 京都御所と二条城
63 赤ちゃん
64 オーストラリア
65 ソヴェト連邦
66 能
67 造船
68 東京案内
69 平泉
70 手術
71 宮島
72 廣島
73 佐渡
74 比叡山
75 阿蘇
76 信貴山縁起絵巻
77 針葉樹
78 近代芸術
79 日本の民家
80 季節の魚
81 シャボテン
82 新劇
83 郵便切手
84 かいこの村
85 伊豆の漁村
86 奈良—東部—
87 奈良—西部—
88 ヒマラヤ
89 上高地
90 電力
91 松江
92 動物の表情
93 金沢
94 自動車の話
95 薬師寺・唐招提寺
96 日本の人形
97 システィナ礼拝堂
98 美人画
99 日本の貝殻
100 本の話
101 戦争と日本人
102 佐世保
103 ミケランジェロ
104 空からみた大阪
105 宗達
106 飛騨・高山
107 ゴッホ
108 京都案内—洛中—
109 京都案内—洛外—
110 寫楽
111 熊
112 東京湾
113 汽車の窓から—東海道—
114 地図の知識
115 姫路
116 硫黄の話
117 伊勢
118 はきもの
119 隠岐
120 源氏物語絵巻
121 農村の婦人
122 出雲
123 アルミニウム
124 水害と日本人
125 日本のやきもの
126 貝の生態
127 イスラエル
128 伴大納言絵詞
129 瀬戸内海
130 飛鳥
131 聖母マリア
132 日本の映画
133 能登
134 山形県
135 福沢諭吉
136 利根川
137 鹿児島県
138 伊豆半島
139 日本の森林
140 高知県
141 チェーホフ
142 佛教美術
143 一年生
144 長野県
145 塩原
146 日本の庭園
147 木曾
148 忘れられた島
149 近東の旅
150 和歌山県
151 函館
152 豆
153 大分県
154 死都ポンペイ
155 富士をめぐる—空から—
156 神奈川県
157 柔道
158 戦争と平和
159 ソ連・中国の旅—桑原武夫—
160 伊豆の大島
161 ジョットー
162 熊野路
163 鳥獣戯画
164 愛媛県
165 やきものの町
166 冬の登山
167 埼玉県
168 男鹿半島
169 フランス古寺巡礼
170 滋賀県
171 白浜
172 東京国立博物館
173 千葉県
174 箱根
175 細胞の知識
176 四国遍路
177 村の一年—秋田—
178 セザンヌ
179 石川県
180 琵琶湖
181 仏陀の生涯
182 香川県
183 日本—1955年10月8日—
184 練習船日本丸
185 悲惨な歴史—ドイツ—
186 ボッティチェリ
187 東海道五十三次
188 離された園
189 松島
190 家庭の電気
191 アメリカの地方都市
192 五島列島
193 塩の話
194 パリの素顔
195 横浜
196 日系アメリカ人
197 インカ
198 奈良をめぐる—空から—
199 子供は見る
200 雪舟
201 東京都
202 アフガニスタンの旅
203 渡り鳥
204 群馬県
205 ルーヴル美術館
206 ブラジル
207 北海道(南部)
208 小豆島
209 日本—1956年8月15日—
210 富山県
211 毛織物の話
212 北海道(東・北部)
213 自然と心
214 空から見た京都
215 世界の人形
216 愛知県
217 諏訪湖
218 鉄と生活
219 山口県

220 麦積山　221 北京　222 江南　223 四川　224 広州・大同

B 6 判　64頁　写真平均 200 枚　定価 各 100 円